Beiträge zur morphologischen Kennzeichnung der Erde

Von Bruno Sander

(Vorgelegt in der Sitzung am 5. Februar 1959)

Übersicht.

Einleitung.

Wesentlich morphologische deskriptive Begriffe, welche bei gefügekundlichen Studien geologischer Körper eingeführt und verwendet wurden, führten zu dem Versuch, sie auch außerhalb der Lithosphäre zu benützen. Daß diese genügend allgemeinen Begriffe an geologischen Körpern gewonnen waren, das machte einerseits ihre Verwendung bei der Betrachtung der anderen „Sphären" aussichtsvoll. Andererseits ist aber zu erwarten, daß ein solcher Versuch die zuständigsten Kenner der anderen Sphären zunächst mehr befremdet als gewinnt. Denn es ist vielleicht nicht zu erwarten, daß sich diese durch einen Einblick in die Gefügekunde (seit 1908; letzte Zusammenfassung in B. SANDER, Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper, Springer-Verlag Wien 1948/50) davon überzeugen, daß jene Begriffe an einem großen Material über lange Zeit als nützliche Behelfe arbeitend gewonnen (nicht unnötigerweise gebildet) und genügend allgemein definiert wurden.

Daß die Physik für alle Sphären gilt, bedeutet nicht, daß sie die morphologische Konfrontation der Gestaltungen in den verschiedenen Sphären ersetzt. Neben bekannten Versuchen, wie weit Geophysik ohne Geologie und Geologie ohne Geophysik kommt, begrenze ich mich auf die morphologische Betrachtung mit typisierendem und abstrahierendem Verfahren ganz besonders auch gegenüber den für unsere Erde typischerweise unabzählbaren Gestaltungen, für welche Physik keine restlose Ableitung bietet.

Der Versuch, manches Gemeinsame und Verschiedene auch solcher Gestaltungen in den sogenannten „Sphären" der Erde zu betrachten, ist im folgenden, wie seit je, veranlaßt durch den Wunsch, auch vom heutigen Stande der Einsichten aus wieder dieses Gemeinsame als solches zu betonen und auch von meinem

Arbeitsgebiete aus etwas beizutragen zur morphologischen Betrachtung der Erde als Ganzes.

Neben dieser Zusammenschau ist eine zweite, rein morphologische Aufgabe die Beachtung mancher morphologischer Daten, deren Nichtbeachtung zu Annahmen geführt hat wie etwa die Tetraederhypothese — ohne Nachweis auch nur einer von den vier dreizähligen Achsen eines Tetraeders — oder auch die Hypothese globaler Scherflächen von morphologisch nicht gestütztem Verlauf.

Die bilaterale Symmetrie eines statistisch geregelten Gesteins oder eines Säugetierkörpers wird man nicht als mathematische Symmetrie, wohl aber als morphologische mit Erfolg diskutieren. So haben außer den symmetrologischen Betrachtungen, welche im Folgenden wie in der Gefügekunde geologischer Körper eine Hauptrolle spielen, auch andere auf physikalischem Boden definierte Begriffe wie „Teilbewegung" eine etwas andere, allgemeinere Definition erfahren, um sie für den Gegenstand brauchbar zu machen.

Die zu einem solchen Vergleiche der Sphären untereinander, zur Zusammenschau ihres Gemeinsamen, zur Kennzeichnung ihres Unterscheidenden und damit zu einer Anschauung der Gesamterde als eines Weltkörpers von typisierbarer Gestaltung brauchbaren morphologischen Begriffe sollen solche Merkmale bezeichnen, deren Vorhandensein oder Fehlen, deren Vorwalten oder Zurücktreten sich in der Gestaltung jeder Sphäre auswirken kann sowohl was Außengestalten als was Innengestalten (Gefüge) betrachteter Bereiche der Sphäre angeht. Man muß außer den klassisch-physikalischen noch genügend allgemeine, in jeder Sphäre anwendbare morphologische Begriffe wählen. Dies ist unter anderem deshalb möglich, weil die Sphären untereinander mehr gemeinsames Gestaltliches besitzen als der Gebrauch der für die einzelne Sphäre geschaffenen Terminologien des Alltags und auch der Fachwissenschaften derzeit zu Worte kommen läßt. Nicht der einzige, aber der am vielgestaltigsten ausgewirkte Grund für gemeinsame Gestaltungen der Sphären ist das Schwerefeld der Erde mit den Relativbewegungen innerhalb desselben. Voraus zu bemerken ist auch, daß die Unterscheidung der Sphären im Falle der Atmosphäre und Hydrosphäre auf verschiedenen „Aggregatzustand", also auf verschiedenes Gefüge zurückgeht, bei der Lithosphäre zunächst auf ein Festigkeitsverhalten, an Stelle dessen wir aber in unserem Zusammenhang später ebenfalls ein verschiedenes Gefüge setzen werden, gekennzeichnet durch Größe, Diskontinuierlichkeit, Vielartigkeit der Gefügeelemente und die Genität- und Tropie-Eigenschaften geologischer Gefüge. Die Biosphäre ist in ihrem Gefüge

kennzeichenbar durch äußerste Vielartigkeit der Gefügeelemente und höchste Inhomogenität: durch den höchsten Grad der Gliederung in Kollektive (Kollektivität) und der Ineinanderschachtelung von Gefügeelementen verschiedener Ordnungen. Das Auftreten gleicher Gefügeelemente ist in der Lithosphäre gegeben besonders durch Kristallarten, in der Biosphäre durch Lebewesen gleicher Art, in den anderen Sphären durch je gleichartige kleine Gefügeelemente mit physikalischen Definitionen (z. B. Atome, Ionen, Elektronen usw. usw.). Der Blick auf die an den Sphären beteiligten Zustandsformen gibt auch ein Bild der für das Gefüge und gegenseitige Verhältnis der Sphären sehr bezeichnenden gegenseitigen Durchdringung der Sphären.

Die Grenzen der Sphären gegeneinander sind durch intersphärische (= zwischen den Sphären erfolgende) Mischungen und Entmischungen von Gefügeelementen unscharf. Sie zeigen oft typisierbare Grenzgefüge unter dem Einfluß einer oder beider beteiligter Spnären und intersphärische Abbildung der Bewegungsbilder der Sphären aufeinander.

Die Mischungs- und Entmischungsfazies der Sphären entstehen und vergehen durch Bewegung von Teilen sehr verschiedener Größe, von Korpuskeln, Atomen, Molekülen bis zu kolloiden Teilchen, Tropfen, Körnern und größeren Teilen. So kommt es, daß ganz verschiedene Begriffe, Arbeitsvorgänge und mathematische Behelfe am Studium der Sphären und ihrer Mischfazies beteiligt sind, mithin verschiedene Fachwissenschaften, und es ergeben sich gelegentlich verschiedene Namen für dieselbe Sache. Ohne Störung dieser Arbeitsteilung in der morphologischen Betrachtung der Erde kann man sich die Aufgabe stellen, die gestaltliche Erfassung der Gesamterde mit allen Sphären zeitgerecht zu erneuern. Die Gesamtheit der irdischen Sphären und ihrer Zuordnung zueinander, nicht die Lithosphäre allein, gibt das heutige stellare Antlitz der Erde. Mehr als die Geologie hat die Geographie es unternommen, die irdischen Sphären morphologisch zusammen zu sehen. Diese Betrachtungsart sollen zwei Einzelbeispiele vorwegnehmend illustrieren.

Betrachten wir eine Histologie und eine Petrographie, so finden wir in der ersteren inhomogene Bereiche, in der zweiten homogene Bereiche in der Beschreibung stärker verwaltend. Obgleich beiderseits die Auslese in diesem Sinn etwas weit geht, kommt dabei doch zu Worte ein Kardinalsatz, welcher lebendige und unlebendige Gefüge einander gegenüber morphologisch kennzeichnet: Sowohl in Außengestaltung als in Innengestaltung definierter Bereiche ist das Lebendige typisch inhomogen, das Unlebendige typisch homogen. Dies gilt vom Virus bis zu den größten Gestalten und vielfachsten

Einschachtelungen in der Biosphäre und wird von Kristall, Glas, Flüssigkeit, Gestein in den anderen Sphären veranschaulicht, auch wenn wir dabei die inhomogenen Gestaltungen der Lithosphäre, Atmosphäre und Hydrosphäre nicht übersehen.

Ein zweiter Kardinalsatz irdischer Gestaltung ist vom ersten vollständig unabhängig. Er betont das gestaltende Prinzip der symmetrologischen Vektorenabbildung (im weitesten Sinne Abbildung gerichteter Einflüsse), gleichviel ob sie auf homogene oder inhomogene Bereiche, auf Innenbau (Gefüge) eines Bereiches oder dessen Umgrenzung erfolgt.

Hinsichtlich dieses zweiten Kardinalsatzes gilt, daß die Symmetrie durch Vektorenabbildung ihre Rolle im Lebendigen und im Unlebendigen spielt, ihre Hauptrolle aber im Unlebendigen, da im Lebendigen häufiger als im Unlebendigen die Symmetrie von der Packung diktiert wird, obgleich wir im Unlebendigen Symmetrien der Kristallgitter und Korngefüge von der Packung diktiert finden.

Im folgenden werden morphologisch symmetrologische Betrachtungen immer wieder begegnet. Hiezu wird vorbemerkt: Symmetrologische Studien sind nicht nur Mathematik. Denn sie arbeiten mit (wahrnehmbar) „gleich" und „ungleich", bezogen auf Dinge, die sich mathematisch weder wahrnehmen noch beschreiben lassen; wovon ein Blick in den Spiegel jeden überzeugen kann. Das symmetrologische „gleich" und „ungleich" ist einerseits abstrahierender als der Denkweg, der zu Zahl und Maß führt, andererseits auf die Wahrnehmung von viel mehr konkreten Gegebenheiten angewiesen — von denen eben das „gleich" und „ungleich" abstrahiert wird — als etwa der Akt der Abzählung oder die Abstraktionen der Geometrie. Es ist übrigens eine interessante — vielleicht nur durch unser Kulturschicksal beantwortbare —, aber immerhin auch philosophische Frage, wohin man kommt, wenn man so vorgeht, als ob so und so viele Konkreta uns gar nicht dargeboten wären. Dieser Frage gegenüber besteht die Leistung der mathematisch-physikalischen Betrachtung darin, daß sie auch das konkret Wahrnehmbare an der „Gestalt" fortlaufend vermehrt, das an der Gestalt Unerschöpfliche vertieft und so auch das „gleich" und „ungleich", auf welches symmetrologische Betrachtung angewiesen ist.

An die in den Abschnitten 1—17 erörterten, vor allem für die morphologische Konfrontation der Sphären verwendeten Begriffe, schließen sich weitere Begriffsbildungen vor allem zu symmetrologischen Betrachtungen an der Lithospähre an, wofür einige Beispiele gegeben werden.

I. Zur morphologischen Konfrontation der Sphären.

1. Gestaltung mit Teilbewegung in den relativ starren und relativ fluidalen Sphären.

Teilbewegung im Gefüge. Raumstetigkeit. Unmittelbare Teilbewegung. Zweierlei Gestaltung durch mittelbare Teilbewegung. Energiequellen der Gestaltung.

Die heutigen Bewegungsbilder der Hydrosphäre und der Atmosphäre sind mit hier unbeachtlichen Ausnahmen (wie der juvenile Beitrag der vulkanischen Lithosphäre zu diesen Sphären und die Gezeiten) von der Strahlungsenergie der Sonne und von der Erdanziehung bewegt. Dies gilt nicht für die Bewegungsbilder der Lithosphäre. Unabhängig von solchen, gleich in Übersicht zu bringenden Unterschieden, ergibt sich die Frage, welcher Unterschied in den Bewegungsbildern und Gestaltungen der Sphären bei rein morphologischer Betrachtung besteht.

Im Sinne der zweiten Frage wird zunächst eine erste (weiterhin fortlaufend ergänzte) Übersicht über morphologische Begriffe für die Analyse von Gestaltungen vorausgeschickt und eine Übersicht der dynamischen Faktoren für die Gestaltungen angeschlossen.

Auf diese Weise ergibt sich:

[1] Eine Erörterung der Teilbewegung im Gefüge.

[2] Eine erste Übersicht der Unterschiede in den Bewegungsbildern und Gestaltungen der „fluidalen" und der (relativ) starren Sphären.

[3] Eine Prüfung, ob diese Unterschiede Unterschieden in der Teilbewegung zuzuordnen sind.

Angeschlossen wird dann eine Übersicht der wichtigsten Energiequellen, ohne welche gewisse Gestaltungen in den einzelnen Sphären unterbleiben würden.

Zu [1]

Mechanische Teilbeweglichkeit (kontinuumsmechanisch beschreiblich als „unmittelbare" oder dieser Erfassung entzogen) ist ein graduierbares bei geeigneter Definition vergleichbares, meßbares Verhalten. Teilbeweglichkeit, kinematisch und dynamisch betrachtbar beobachtet man während der Bewegung, Teilbewegtheit beobachtet man an den im betrachteten Bereich nach der Bewegung noch lesbaren Spuren der Teilbewegung im Gefüge, welche korrelat zur Umformung des Ganzen erfolgt ist (1911).

Aus der Teilbewegtheit läßt sich rückschließen auf die kinematische Teilbeweglichkeit, nicht aber auf die dynamische; auf Symmetrien der formenden Kräftesysteme, nicht aber auf die Größe dieser Kräfte; nicht auf das dynamische Formungsverhalten, wohl aber auf das kinematische Formungsverhalten; nicht unmittelbar auf aufgewendete Arbeit und Energiehaushalt des Vorgangs. Teilbewegungen kann man unmittelbar zu einem Bewegungsbild integrieren, mittelbar zu einem Bilde, welches die formenden Kräfte nach ihrem Größenverhältnis zueinander enthält, nicht aber nach ihrem Größenverhältnis zu einem objektiven Maße außerhalb des betrachteten Bereiches (Beanspruchungstypen, Deviatoren; Spannungskugeln nach SCHMIDT und LINDLEY).

Eine Formung ist die gestaltliche Änderung eines definierten Bereiches von Größenabmessungen M; in unserem Falle eine Gestaltänderung durch Kräfte, welchen sich Teilbewegungen im Inneren, im Gefüge der Ausgangsgestalt, zuordnen lassen. Diese zur Formänderung korrelaten Teilbewegungen im Gefüge sind Relativbewegungen von Gefügeelementen relativ zueinander. Die Gestalt dieser einer betrachteten Formung zugeordneten Gefügeelemente, ihre Genität und Tropie im betrachteten Bereich bestimmt, mit den angelegten Außenkräften zusammen betrachtet, den Vorgang der Formung. Sind m die Größenabmessungen der zur Formung des betrachteten Bereiches (mit Größenabmessungen M) korrelat bewegten Teile, so bestimmt das Verhältnis M : m den Eindruck und Grad der „Raumstetigkeit" dieser Formung. Die kinematische Teilbewegtheit der betreffenden Formung hängt nicht nur ab von der so definierten Raumstetigkeit, sondern auch vom Ausmaß n der Teilbewegungen der Teile relativ zueinander.

Wird m im Vergleich mit M sehr klein (z. B. molekular bei mikroskopischem M in strömender Flüssigkeit, bei „mittelbarer Teilbewegung" in parakristallin umgeformten kristallinen Gefügen oder bei m von Meterausmaß im geologischen Profil einer Falte von Metertausenden), so begegnen wir das Bewegungsbild sehr raumstetiger mehr oder weniger stark teilbewegter Formung. Solche Formungen findet man zuweilen von Geologen als „fluidal" oder sogar als „plastisch" bezeichnet, was wegen des Anschlusses an unsere Kenntnis des Verhaltens der Flüssigkeiten und des plastischen Verhaltens besser vermieden wird.

Die an Gefügemerkmalen erkennbaren, unter irgendwelchen Bedingungen faktisch ausgeführten Teilbewegungen der Formung, also die rein kinematisch betrachtete Teilbewegtheit und Teilbeweglichkeit, sind das erste der hier zum Vergleich der Bewegungsbilder in den Sphären benützte Merkmal.

Bewegungsbilder von verschiedener kinematischer Teilbeweglichkeit — oder kurz gesagt ganz verschiedene k. Teilbeweglichkeit — sind die Antwort desselben Ausgangskörpers auf verschiedene variable Deformationsbedingungen (Druck, Temperatur, Zeitspanne, in der die betrachtete Formung erfolgt). Hoher Druck als Normalspannung wirkt der Entfernung von Teilchen aus der Reichweite ihrer Nahkräfte entgegen, damit entgegen der Aufhebung der Kohäsion und der Bildung größerer Gefügeelemente durch Aufhebung der Kohäsion. Hoher Druck bewirkt hohe Raumstetigkeit der Bewegungsbilder wie schon Kick durch Prägung von Münzen aus Marmor zeigte und wie es sich ohne und mit Zutun der Menschen auswirkt; auch jedem Tektoniker vertraut ist. Hohe Temperatur erhöht die autonome Eigenbewegung kleinster Teilchen und damit die Beteiligung ihrer Eigenbewegung als statistische mittelbare Teilbewegung an der Deformation; z. B. Erhöhung der Bildsamkeit von Werkstoffen, der Translatierbarkeit von Kristallen durch Erwärmung. Druck und Temperatur sind lange zur Förderung raumstetiger mechanischer Formung (Prägen, Warmbearbeitung) verwendet. Genügende Verringerung der Deformationsgeschwindigkeit wirkt erfahrungsgemäß ebenfalls für die Raumstetigkeit der Deformation (z. B. Siegellack, Schnee, Eis, Asphalt, alle langsame bildsame Deformation mit Teilbewegung ohne Aufhebung der Kohäsion im Gefüge). Tiefere Temperatur, geringerer Druck, höhere Deformationsgeschwindigkeit setzen die Raumstetigkeit der Formung herab. Sie führen zu den raumunstetigen Formungen der obersten Lithosphäre. Aber es ist die Deformation bei homologen Temperaturen (das ist nach Ludwik bei gleicher Entfernung vom Schmelzpunkt des betrachteten Körpers), welche gleiches Deformationsverhalten und vergleichbare Teilbewegung mit sich bringt, nicht gleiche Temperatur der Körper, deren Formung man vergleicht.

Zu [2]

1. Die fluidalen Sphären zeigen — abgesehen von den im heutigen stellaren Zustand der Erde verschwindend geringen explosiven Deformationen — nur im höchsten Grad raumstetige Formungen (vom Zigarettenrauchen und Becherfüllen bis zu den größten Wasser- und Luftströmungen); Bewegungsbilder mit molekularer Teilbeweglichkeit herrschen allein in der Hydrosphäre, in der Atmosphäre und in deren Mischfazies miteinander und mit der Lithosphäre.

2. In der Lithosphäre finden wir

a) geringe kinematische Teilbeweglichkeit in allen tektonischen Bewegungsbildern, deren Gefügeelemente groß sind im Vergleich

zum Bereich der betrachteten Umformung. Extreme sind z. B. Gebiete en bloc überschobener Schollen, Gebiete raumunstetiger Zerbrechungen von Tafeln an Gräben, Gebiete des Transportes unzerbrochener Eigentektonik.

Gebiete mit raumunstetigen Bewegungsbildern, lokalisiert in der obersten Lithosphäre, sind das unterscheidende gestaltliche Merkmal der starren Sphäre und treten nur in der Lithosphäre auf.

b) Mit der Tiefe nimmt aber auch in der Lithosphäre die kinematische Teilbeweglichkeit zu bis zum Gefügeelement „Korn des Gefüges", „intergranulare Teilbewegung" und bis zu intragranularer und mittelbarer Teilbewegung (Diffusion, Kristallisation). Alle Formungen von Bereichgröße Aufschluß bis Profil, zeigen hohe Raumstetigkeit dem menschlichen Auge in Gestalt raumstetiger, tektonischer Formung der geologischen Körper. In Bereichen Handstück bis Dünnschliff ergibt auch die intergranulare Teilbewegung jene raumunstetigen Bilder, welche z. B. die Unterscheidung vorkristalliner und nachkristalliner, mechanischer Formung (z. B. in kleinen Faltenquerschliffen) ermöglicht, wenn man dabei den folgenden Punkt c beachtet.

c) Mit Übergängen, Überlagerungen und (wie b) mitabhängig von der Verschiedenheit der geologischen Körper, aber doch im Großen mit der Tiefe zunehmend, tritt mehr und mehr zugleich mit der intergranularen Teilbewegung die intragranulare Teilbewegung auf, z. B. in leicht translatierbaren Kornarten; sie ist als Korntranslation, Zwillingsschiebung und Biegegleitung, z. B. in den Glimmern der Phyllonite, bereits eine molekulare Teilbewegung von gleicher Raumstetigkeit wie in den fluidalen Sphären, und schon hier beginnt die Berechtigung auch in der Lithosphäre von fluidalen Bewegungsbildern zu sprechen: Die kinematische Teilbeweglichkeit und Raumstetigkeit kann durch intragranulare Teilbewegung auch für geologische Körper (z. B. Tektonite von Calcit, Glimmer, Gips etc.) die von Flüssigkeit werden. Ebenso allmählich tritt auf die molekulare Teilbewegung als mittelbare Teilbewegung neben der unmittelbaren Teilbewegung mechanischer Formung, im großen mit der Tiefe zunehmend. Da hiebei durch molekulare Transporte die entstehenden Räume zwischen den Gefügeelementen der nichtmolekularen Teilbewegung gefüllt werden („mittelbare Teilbewegung"), hängt es, auch bei weitgehender Beteiligung molekularer, mittelbarer Teilbewegung an einer Deformation, von der Größe jener Gefügeelemente bzw. ihrer Verschiebungen ab, welchen Grad der Raumstetigkeit die Formung, z. B. einer verkitteten Deformationsbreccie, hat.

Mit zunehmender Raumstetigkeit der unmittelbaren, rupturellen Teilbewegung werden die Zwischenräume zwischen den Gefügeelementen zahlreicher, homogener verteilt, ein feineres Netz bildend. Erst mit der gefügekundlich noch nicht genügend belegten, möglichen Annahme, daß Lösung und Ankristallisation ein Gefügekorn nach dem Diktate mechanischer Beanspruchung umformen können (Prinzip RIEKE-BECKE), könnte diese molekulare, unmittelbare Teilbewegung (als die für die Raumstetigkeit der Deformation entscheidende) eine höchste Raumstetigkeit und höchste kinematische Teilbeweglichkeit der Bewegungsbilder bedingen. Für größere Tiefen gilt, wie die Korngestalten zeigen und auch Becke annahm, jenes Prinzip nicht, aber

d) weder die Raumstetigkeit der Deformationen, in deren Gefüge wir keine Spuren übertragener, gerichteter, mechanischer Kräfte in einem Starrgefüge mehr begegnen (z. B. kein Gesetz der Stauchfaltengröße, keine Kornzerbrechungen, nur molekulare Platztausche) — noch auch die Annäherung der zunehmenden Umkristallisationen an teilweise und gänzliche Schmelzung läßt einen Zweifel daran, daß in genügender Tiefe die kinematisch Teilbeweglichkeit der Lithosphäre gleich der der fluidalen Sphären und die Raumstetigkeit ihrer Bewegungsbilder durch die molekularen Gefügeelemente gegeben ist: Schlierige, fluidale Tektonik von Graniten ist vom Bewegungsbilde rauchiger Luftschlieren nicht verschieden.

Zu [3]

Für die Übersicht über die Rolle unmittelbarer und mittelbarer Teilbewegung und deren Auswirkung auf die Gestaltungen in den Sphären ist zu beachten: Die nicht kontinuumsmechanisch definierten Bewegungen molekularer Teilchen können als statistische Effekte Gestalten ergeben. Dies geschieht I. indem sie entweder als „mittelbare Teilbewegungen" an Gestaltungen beteiligt sind, welche nach dem Diktat der Kontinuumsmechanik einschließlich der Strömungsmechanik erfolgen, II. ohne solches Diktat Gestalten bilden.

Zu I. Im ersten Falle begegnen wir die aus dem genannten Diktat ableitbaren Gestalten weitverbreitet und am besten analysiert in den parakristallinen und vorkristallinen Formungen der Lithosphäre mit Überlagerung von mechanischer Formung und Kristallisation. Ebenso in der menschlichen Technik der Biosphäre (Formungen kristallisierender Werkstoffe). Die Überlagerung nichtkontinuumsmechanischer molekularer Bewegung und mechanischer Formung begegnen wir in der Atmosphäre (Mischfazies mit Lithosphäre) fallweise in typischen Gestaltungen, so z. B. als sichtbare

Tropfen oder Kristallbildung temperaturabhängig bei Überströmung von Gebirgskämmen durch feuchte Transporte und in anderen mechanisch-definierten, formpersistenten Luftströmungen (Wolkengestalten z. Teil).

Zu II. Im zweiten Falle begegnen wir Gestalten, welche nicht mechanischer Formung zugeordnet sind. So z. B. diffuse in der Lithosphäre ohne oder mit („belteroporer") Gestaltung nach der Wegsamkeit; oder viele Wolkengebilde der Atmosphäre. Diese Gestaltungen zeigen nicht die Symmetrien der Felder mechanischer Formung, sehr oft fehlt auch jede direkte Abbildung des Schwerefeldes (z. B. chemische und biogene Komponente der Anlagerung in geologischen Körpern). Eine nicht kont. mech. entstandene Gestalt haben viele geochemische Körper; eine kont. mech. entstandene Gestalt dann, wenn ein geologischer Körper von kont. mech. Gestaltung sich mit einem geochemischen Körper deckt. Die mechanische Formung als solche erzeugt neue geochemische Körper nur in Sonderfällen (Preßentmischung). Die nicht kont. mech. Gestaltung ist die erste und wichtigste Schöpferin geochemischer Körper. Auf nicht kont. mech. Wege und durch nicht mechanische Teilbewegungen entstehen die ersten und meisten geochemischen Mischungen und Entmischungen.

Man sieht, daß die kontinuumsmechanisch definierten Gestaltungen an allen irdischen Sphären beteiligt sind, ohne oder mit Überlagerung mit nicht kontinuumsmechanischen Gestaltungen. Man wird also die Gestaltungen in allen Sphären daraufhin betrachten, ob und wie diese beiden fundamentalen Gestaltungsarten an ihnen beteiligt sind; und man kann die Gesamterde im ganzen sehen lernen als eine Überlagerung und wechselseitige Durchdringung der beiden Gestaltungsarten im Gesamtraum, in den Sphären und in den typischen Einzelgestalten aller Außenmaße bis zu den mikroskopischen und röntgenoptischen: so, wenn man von parakristallin geformten Gebirgen, Kleinfalten und Einkristallen spricht, in welch letzteren jene Überlagerung kontinuumsmechanischer und nichtkontinuumsmechanischer Formung einer eigenen Theorie zugänglich wird und beiderlei Formungen von atomaren Teilchen ausgeführt werden, welche sowohl mechanische Verlagerung als die statistischen Effekte ihrer Wärmebewegung zeigen.

Wir konnten bisher die Gestaltungen in den Sphären abhängig sehen von der kinematischen Teilbeweglichkeit, welche über die Raumstetigkeit der Formung entscheidet und so auch darüber, ob wir von einer wesentlich starren oder fluidalen Sphäre sprechen. Aber einflußreicher auf die Gestalt fanden wir, ob die Gestaltung kontinuumsmechnisch (I) oder nicht kontinuumsmechanisch (II) er-

folgt. Wir würden also hinsichtlich der Gestaltung die Sphären nicht unmittelbar nach der Raumstetigkeit der Formungen unterscheiden, sondern nach dem Vorwalten von I und II. Dabei erhalten wir die großen Höhen (der Atmosphäre) und die großen Tiefen (der Lithosphäre) durch Vorwalten von II, die Zone zwischen beiden durch I + II, und in dieser Zone die obere Lithosphäre durch vorwaltendes I gekennzeichnet.

An der Gestaltung in den Sphären sind folgende primäre Energiequellen beteiligt:

In der Atmosphäre (At) Sonnenstrahlung, Erdanziehung (Mondanziehung);

in der Hydrosphäre (Hy) Sonnenstrahlung, Erdanziehung, Mondanziehung;

in der Lithosphäre (Li) Sonnenstrahlung (Eis, Relief durch Wasser und Eis, Verwitterung, Sedimentationen aus Strömungen und durch Verdunstung), Erdanziehung, Erdeigenwärme, interatomare (chemische) und intraatomare (Kernzerfall und -verschmelzung?), Gefügeänderungen;

in der Biosphäre (Bi) Sonnenstrahlung (Erdeigenwärme), interatomare (chemische) Gefügeänderungen, Erdanziehung (mittelbare Gestaltung der Lebewesen).

Ohne die Sonnenstrahlung entfallen also Gestaltungen in allen Sphären, wobei man in Li namentlich Abbaue und Aufbaue von Material durch Wasser und die damit verbundene Änderung der Massenverteilung (orogenetisch wirksame Sedimentation) sowie die Reliefgestaltung zu beachten hat. Auch die Erdanziehung gestaltet in allen Sphären, unmittelbar und mittelbar. Interatomare Gefügeänderungen (namentlich chemische) sind wirksamere Energiequellen der Gestaltung in Li und Bi als in At und Hy. Vielleicht also ist es diesem Umstande zuordenbar, daß in Li und Bi gegenüber At und Hy Einschachtelungsgefüge geradezu ein Merkmal der Gestaltung bilden. Die Inhomogenität der Gefüge, besonders gesteigert in Einschachtelungen, erscheint nämlich begünstigt durch die weit inhomogenere Verteilung typisierter interatomarer Gefügeänderungen in Li und Bi und ist damit eben Li und Bi selbst als dem bevorzugten Raume für interatomare Gefügeänderungen zuordenbar.

Juvenile der Erde entstammende Erdeigenwärme spielt für die Gestaltung der Li eine gesicherte große, unmittelbare Rolle. Diese besteht in der inhomogenen Steigerung der Teilbeweglichkeit, also in der Erzeugung von „Heteromobilität“ und ihren Gestaltungen. Erdeigenwärme ist damit ein Gestalter erster Ordnung und dies namentlich in Li; vielleicht (bis heute) ausschließlich in Li, sofern sie von Kern-Zerfall und Verschmelzung geliefert wird.

Weder in At noch in Hy spielt Heteromobilität und Erdeigenwärme eine mit Li vergleichbare gestaltende Rolle. In Bi ist Heteromobilität durch verschiedene Größenordnungen der Gefügeelemente gegeben. Sie wirkt sich aber mehr als in großen Gestaltungen in der Inhomogenität der Gefüge aus (z. B. kleine Einheiten in großen). Sonnenstrahlung und Erdanziehung sind, wie bemerkt, wesentliche Quellen der Gestaltung in allen Sphären, und also keiner für eine Sphäre charakteristischen Gestaltung als Bedingung für das Auftreten dieser Charakteristik nur in der betreffenden Sphäre zuordenbar. Interatomare Gefügeänderungen (Zustandsänderungen und chemische Änderungen) durch Wärmebewegung, interatomare Nahkräfte und die statistischen Integrationen beider ermöglichen inhomogene Bereiche und sind damit die Voraussetzung für die stärkste morphologische Charakteristik der Sphäre Li + Bi gegenüber At + Hy. Interatomare Gefügeänderungen als Energiequellen, Inhomogenität als morphologische Fundamentalcharakteristik sind einander zugeordnet und bedingen die morphologische Charakteristik der minderteilbeweglichen Sphäre beharrender Gestalten aller bis kleinster Ausmaße (Li + Bi) gegenüber der höherteilbeweglichen „fluidalen“ Sphäre (At + Hy), in welcher Gestaltung großer Ausmaße vorwaltet (große Zirkulationen in At und Hy).

Der irdische Bereich interatomarer Gefügeänderungen (Li + Bi) ist das Reich der vielgestaltigsten Schöpfung und darunter auch der gestaltlichen Voraussetzungen und Korrelate (höchstinhomogene Gefüge mit Einschachtelung) für, uns begreifliches, für unbewußtes und bewußtes, seelisches Erleben und für das Ich-Erlebnis. Morphologische Gründe sprechen gegen dessen Vertretung in At Hy, so daß deren Personifikation als At-Gott und Hy-Gott zwar die Ganzheit großer Gestaltungen und den globalen Zusammenhang von Bewegungsbildern erfaßt, aber in einer rein morphologisch betrachtet, nicht mehr naheliegenden Weise „persönlich“ formuliert hat.

Es kommen also die interatomaren Gefügeänderungen in der (Li + Bi) morphologisch kennzeichnend zu Worte, aber sie sind selbst vielfach von der Sonnenstrahlung und von der Erdeigenwärme ermöglicht (z. B. in der grünen Bi und deren Inkohlungen). Erdeigenwärme finden wir beteiligt an der Gestaltung in Li und Bi, weniger wirksam für die Gestaltung in At und Hy, Mondanziehung gestaltend in Hy und At.

2. Raumkontinuierliche und raumstetige Formung.

Kontinuität von Vorzeichnungen. Kontinuität mit Richtungssinn. Kontinuität und Raumstetigkeit. Kontinuität und Raumstetigkeit der Formungen in den Sphären.

Um zwei mechanische Formungen hinsichtlich ihrer Raumstetigkeit genauer vergleichen zu können, muß man die Raumstetigkeit so definieren, daß ihre verschiedenen Grade vergleichbar werden, also daß sie meßbar wird.

Hiezu unterscheiden wir: den Raum R, von dessen mechanischer Formung wir sprechen, und die Teile (r) von R, deren (rotationelle oder translatorische) Bewegung die Formung von R ergibt ohne daß wir Bewegungen innerhalb dieser Teile betrachten. Diese „korrelate Teilbewegung im Gefüge" ergibt die neue Form. Unsere Betrachtung begrenzen wir zuerst auf einen Raum R, der von untereinander ohne Änderung von R vertauschbaren, relativ zueinander beweglichen, dreidimensional ausgedehnten (nach Ortslage und Drehlage definierten) r erfüllt ist; also auf einen in bezug auf das vertauschbare Gefügeelement r homogenen Raum, in welchem die r ihre Ortslage und ihre Drehlage ändern können.

Zunächst machen wir es zum Maß der Kontinuierlichkeit der Formung (in einer definierten Richtung), wie weit ein innerhalb R unterschiedener stofflicher Zusammenhang (= Berührung im Ausgangszustand einander berührender r) erhalten bleibt. Diesen stofflichen Zusammenhang kontrollieren wir z. B. durch vor Beginn der Formung gleichgefärbte Teile r der Teilbewegung zur Formung von R. Experimentell erzeugen wir einen solchen Zusammenhang z. B. durch Färbung einer Gruppe einander berührender r: Rauch in Luft; Farbtropfen in Plastilin vor der Knetung; Zeichnung (z. B. Kreise) auf der Oberfläche von R. Ohne unser Zutun gegeben finden wir solche Zusammenhänge durch kontrollierbare, mechanisch wirksame oder mechanisch unwirksame (nur „vorgezeichnete") Inhomogenitäten geologischer Körper.

Das Größenverhältnis R:r fanden wir entscheidend für die Raumstetigkeit der Formung und deren sprachliche, mehr oder weniger definierte Bezeichnungen. Wir lassen aber nun vorerst dieses Größenverhältnis R:r außer acht. Dann ergibt sich hinsichtlich der Wirkung von Teilbewegungen von r auf den Zusammenhang einander berührender r nach der Formung von R, oder was dasselbe ist, hinsichtlich des Zusammenhangs oder der Kontinuität einer Vorzeichnung (durch gefärbte r) nach der Formung folgendes:

1. Rotationen einander berührender, isometrischer r ergeben keine Änderung des Zusammenhanges der durch gleichfarbige r gegebenen Vorzeichnung; also keine Änderung der Kontinuierlichkeit der Formung durch die korrelate Teilbewegung der r. Wir müssen dabei festhalten, daß wir eine „Kontinuierlichkeit hinsichtlich r"

definieren. Nur für diese gilt die Aussage 1. Dies wird anschaulich, wenn wir über die Querschnitte von isometrischen Gefügeelementen r eine zusammenhängende Linie ziehen und dann mit ungleichen Rotationen von r deformieren: Der geometrische Zusammenhang unserer Linie ist an den r-Grenzen aufgehoben, nicht aber der optische Zusammenhang einer durch die Berührung gleichgefärbter r miteinander gegebenen Linie, welcher darüber entscheiden soll, ob wir die Formung kontinuierlich nennen oder nicht.

2. Die Entfernung einander berührender r voneinander ergibt hinsichtlich der Kontinuierlichkeit der Formung mit bewegten Teilen r zwei Fälle:

a) Zwischen die sich voneinander entfernenden gleichgefärbten r_1 und r_2 tritt verbindend ein gleich gefärbtes r_3. Der Zusammenhang der Vorzeichnung und eine durch diesen Zusammenhang (während der Formung) gekennzeichnende Kontinuierlichkeit der Formung bleibt erhalten. Wir begegnen Bewegungsbilder, bei welchen ein geschlossenes Gefüge gleichgefärbter Körner (r) ohne Einmischung anderer Körner deformiert wird. Ein solcher Bereich ist nach unserer Definition kontinuierlich „hinsichtlich r" deformiert. Dies zeigen z. B. geplättete Gesteinslagen (graphitgefärbte Schlieren in Marmor).

b) Zwischen r_1 und r_2 tritt ungleich gefärbtes r_3. Der Zusammenhang einer Vorzeichnung geht verloren (in einer weiterhin typisierbaren Weise) und die Diskontinuierlichkeit der Formung wächst mit der Entfernung zwischen r_1 und r_2; wie das geologische Körper mit genügenden Festigkeitsinhomogenitäten, z. B. Deformationsbreccien im Formungsablauf, zeigen.

Wir haben damit eine erste Übersicht gegeben über den Ausdruckswert des Begriffes der Kontinuierlichkeit, definiert ohne Rücksicht auf das Größenverhältnis R:r, gemessen durch den Zusammenhang einer durch gleichgefärbte, einander berührende r, definierten Zeichnung. Als Maß der Diskontinuierlichkeit der Formung hinsichtlich r wurde die Entfernung von r_1 und r_2 genommen. Diese Entfernung und damit die Diskontinuierlichkeit habe eine Richtung. Die Diskontinuierlichkeit (und ihr Grenzfall Kontinuierlichkeit) einer Formung in dieser Definition ist dann also ein gerichtetes Datum. Dies wird anschaulich, wenn wir eine zweidimensionale Verformung betrachten. Betrachten wir in der Ebene der Bewegung (z. B. im Querschnitt einer zweidimensionalen Biegefalte), in der alle Teilbewegungen erfolgen, so können wir beliebig weites Auseinanderrücken ursprünglich zusammenhängender Teile, z. B. eines Kristallkornes, begegnen, also Diskontinuierlichkeit der Formung. Betrachten wir im Lote zur Ebene der

Bewegung, so gibt es diesfalls in dieser Richtung kein Auseinanderrücken und keine Diskontinuierlichkeit der Formung: Die zweidimensionaleFormung ist vollkommen kontinuierlich in derRichtung(B) des Lotes auf die kinematische Hauptebene (Ebene der Bewegung). Die Kontinuierlichkeit der bisherigen Definition ist also ein gerichtetes Datum.

Alle mechanischen Formungen mit Ausnahme homogener isotroper Volumveränderung (z. B. Fälle von Schwinden und Quellen) sind anisotrop in bezug auf die Verzerrung von Vorzeichnungen, genauer in bezug auf die Richtungen und Beträge, mit welchen einander bei Beginn der Fromung berührende Gefügeelemente auseinander rücken; damit auch in bezug auf die Kontinuierlichkeit, die durch jene Beträge definiert wird.

Die Beobachtung von immer dünner zerdehnten Rauchschlieren in Luft oder Farbschlieren in Wasser ergibt zunehmende Farblosigkeit der zerfließenden Schliere und veranschaulicht so unseren Fall 2b. Ebenso ergibt sich der Fall 2b, also diskontinuierliche Formung, z. B. wenn in einem Gefüge eine Gerade L durch einander berührende, starre Gefügeelemente l gegeben ist und man diese Gerade bei der Formung (z. B. Zug // L oder Scherung schief zu L) verlängert (definitionsgemäß s. o. ohne Bewegung in l!).

In solchen Fällen mit verschiedener, definierter, vektorieller Diskontinuierlichkeit der Formung begegnen wir aber typische Bewegungsbilder, geradezu Urbilder raumstetiger Formung von der Diskontinuierlichkeit unabhängigen Grades (z. B. in deformierten Gesteinen, Tektoniten). Wir stellen also fest, daß wir mit unseren Kriterien nicht die Raumstetigkeit der Formung, sondern deren „Kontinuierlichkeit bezüglich r" erfaßt haben. Hiebei sind r die in sich unbewegten, vor Beginn der Formung vorgefärbten, einander berührenden Teile der Teilbewegung zur Formung, und die „vektorielle Kontinuierlichkeit der Formung mit r" gibt, richtungsbezogen, an, wie weit diese r auseinanderrücken. Da im Fall 2b ungefärbte r′ zwischen die gefärbten r treten, sieht man, daß sich das Gefüge aus r + r′ nach der Formung nur durch die Distanzen der gefärbten r-Teile unterscheidet, also wenn r, abgesehen von der Farbe, gleich r′ ist, und dann die Farbe verschwindet, überhaupt nach der Formung in nichts unterscheidet, was ein brauchbares Merkmal verschiedener Raumstetigkeit wäre. Wir finden also den Begriff der „r-Kontinuierlichkeit" der Formung verwendbar zur Kennzeichnung von Bewegungsbildern, aber nicht verwendbar zur Kennzeichnung von wahrnehmbaren Raumstetigkeitsgraden einer Formung. Die r-Kontinuierlichkeit der Formung hinsichtlich moleku-

larer r kann z. B. in Gasen klein sein, in Kristallen groß, die Raumstetigkeit beidemal groß.

Die Unterscheidung der Fälle 2a und 2b ist nur in besonderen Zusammenhängen von Wert; so z. B. ist es bei der Betrachtung deformierter Korngefüge aus mehreren Kornarten nötig, zu wissen, ob eine Lineare oder eine Ebene im Gefüge nach 2a oder nach 2b mit Einbeziehung neuer Körner deformiert wurde, also mit Schaffung neuer Berührungs- und Reaktionsmöglichkeiten („Umrührwirkung").

Das Merkmal der erhaltenen, durch die Berührungsfläche meßbaren Berührung zwischen einander vor der Formung berührenden (starren) Teilen r der Teilbewegung zur Formung ist also ein Merkmal und Maß der r-Diskontinuierlichkeit einer Formung. Kontrollierbar ist, wie bemerkt, dieses Merkmal durch die Zerstückelung einer Vorzeichnung aus einander berührenden, gleichgefärbten Teilen r. Ist diese Vorzeichnung eine r-Kette, so wird die Verlängerung der Kette diskontinuierlich, ist sie eine Schichte (aus *einer* Lage einander berührender r), so kann diese Schichte Sch bei Dehnung des Körpers innerhalb einer Ebene E $\perp$ Sch r-diskontinuierlich (nämlich durch Auseinanderrücken der r in der Schnittlinie E mit Sch) deformiert werden und zugleich (im Lot auf E) kontinuierlich (z. B. zweidimensionale Formung von R mit Sch $\perp$ Formungsebene) oder ebenfalls diskontinuierlich (z. B. dreidimensionale Formung von R). Umfaßt aber die Vorzeichnung eine dreidimensionale Gruppe von gleichgefärbten r und ist *die Vorzeichnung groß* im Vergleich zu r, so ist sie weitgehend r-kontinuierlich deformierbar; z. B. viele Schlieren in Gefügen aus kleinen r (Rauch, Nebel, färbende Teilchen im Wasser), aber auch schon ein Bleistiftstrich auf feinstkörniger Masse.

Bei großer Vorzeichnung im Vergleich zu r wird die Vorzeichnung V (= Bereich aus gefärbten r) r-kontinuierlich deformiert und nicht zerstückelt. Man sieht das Bild erhaltenen Zusammenhanges der in bezug auf r genügend groß gewählten Vorzeichnung, also das Bild r-kontinuierlicher, raumstetiger Formung. Die deformierte Vorzeichnung ist diesfalls eben das betrachtete, mit Teilbewegung von r „deformierte Ganze R", dessen Größenverhältnis R:r entscheidet über die Raumstetigkeit der Formung. Die Raumstetigkeit der Teilbewegungen zu den Gestaltungen in der Atmosphäre und Hydrosphäre ist durch die molekulare Größe der Gefügeelemente als höchsten Grades gekennzeichnet, in der Biosphäre weitgehend ebenso vertreten, in der Lithosphäre in so hohem Grade seltener (als mittelbare Teilbewegung bei mechanischer Formung; als chemische Komponente der Anlagerungsgesteine; in der fluidalen Tiefe).

3. Heteromobile und isomobile Bereiche.

Maß für die Heteromobilität zwischen zwei Bereichen. Heteromobilität ein allgemeinster Grundzug in der irdischen Gestaltung.

Nur in der Lithosphäre findet man bezeichnend die Bewegungsbilder, innerhalb welcher sich Bereiche mit verschiedener Teilbeweglichkeit begegnen, also die heteromobilen Bewegungsbilder in diesbezüglich inhomogenen Bereichen, welche aber geologische Einheiten in einem übergeordneten Bilde sein können, z. B. in einer Orogenese mit syntektonischer Einschaltung von Schmelzflüssen und mit sonstiger Beteiligung von geologischen Körpern verschiedener Teilbeweglichkeit. Beim Vergleiche der Bewegungsbilder und Baue, welche die Begegnung mit Schmelzen der hochteilbeweglichen Tiefen erzeugt, lernen wir heteromobile Bewegungsbilder (Intrusionen und Extrusionen geringer Tiefen) von isomobilen Bewegungsbildern größerer Tiefen (Parallelkontakte und Baue der Migmatitfronten) scheiden. Mit Erfassung des deskriptiven Unterschiedes zwischen gleicher (homogener) und ungleicher (inhomogener) Mobilität der zu vergleichenden Bereiche, also des Unterschiedes nicht nur in der (durch Raumstetigkeit und Kontinuierlichkeit gekennzeichneten) Teilbeweglichkeit, sondern in der Anordnung und Verteilung definierter Teilbeweglichkeiten, kennzeichnen wir objektiv einen der wesentlichsten Unterschiede der Tektonik und auch verschiedener Schmelzentektonik in der Lithosphäre. Es ist z. B. bekannt, daß der Übergang in der Schmelzentektonik geringerer und größerer Tiefe in jeder, im Bewegungsbild überhaupt zu Worte kommenden Hinsicht definiert ist durch die Abnahme der Heteromobilität. Diese Abnahme erfolgt bis zur Teilbewegung von Korn zu Korn und zur molekularen (oder noch weitergehend partikularen) Teilbewegung in „Nichtschmelze" und „Schmelze". Die alsdann erreichte Isomobilität des Bereiches schließt jede „Intrusion" aus, welche ja dem Wortsinne gut entsprechend vor allem Bewegung heteromobiler Bereiche ist (nicht aber etwa nur auf die Bewegung von „Schmelze" und „Nichtschmelze" begrenzt). An Stelle der Intrusion treten in den isomobilen Tiefen der Lithosphäre für Schmelze und Nichtschmelze die isomobilen Transporte und Bewegungsbilder wie in den „fluidalen", extrem raumstetig deformierten Sphären. Dies ist ein wesentlicher Grundzug im Gesamtbau der Lithosphäre, den man z. B in schematischen Blockdiagrammen zum Granit-Auftreten wenig schematisiert findet. Ultrametamorphe Granite sind isomobil eingelagert, intrusive Granite heteromobil, und es ist klar, daß man wie jede Begegnung zwischen geologischen Körpern, so auch die Begegnung

mit Schmelzen oder Ultrametamorphen am objektivsten durch den Grad der Heteromobilität (H) innerhalb des Bereiches der Begegnung (Be) kennzeichnet. Bezeichnet man die Mobilität der einander in Be begegnenden Teilbereiche mit M_1 und M_2, so wäre die Mobilität am besten durch die Teilbeweglichkeit, also durch Kontinuierlichkeit und Raumstetigkeit innerhalb der Teilbereiche gekennzeichnet. Wenn aber, wie sehr häufig, die Kontinuierlichkeit praktisch unbestimmbar ist, so mag man M_1 und M_2 nur durch die Raumstetigkeiten kennzeichnen. Das Verhältnis der Raumstetigkeit innerhalb der begegnenden Bereiche, deren Heteromobilität gekennzeichnet werden soll, kennzeichnet dann die Heteromobilität H innerhalb des Bereiches H der Begegnung. So besteht z. B. eine sehr große Heteromobilität innerhalb einer Biegefalte, welche aus bildsamem Tonschiefer mit kleinen Gefügeelementen der Teilbewegung und aus einem, bei der Faltung in tektonische Breccie zerfallenden Dolomit besteht; oder bei einer Intrusion eines Schmelzflusses in brecciös zerfallendes Gestein; oder bei der Intrusion eines hochteilbeweglichen Marmors in die Klüfte eines im gleichen Bewegungsbilde rupturell deformierten Syenits; oder im Dünnschliffbereich eines Blastomylonits.

Es ergibt sich für rein molekulare Teilbewegung in zwei Räumen keine Heteromobilität. Der Grad der Heteromobilität zweier verglichener Bereiche wird durch das Verhältnis der Raumstetigkeit ihrer Verformung gekennzeichnet.

Die „Teilbeweglichkeit" bei einer gegebenen Formung, d. h. während des Überganges der Außengestalt eines Bereiches mit Volumen M in eine andere Außengestalt wächst u. a. mit der Raumstetigkeit der Formung, also (nach früherer Definition) mit dem Wert des Verhältnisses der in der Teilbewegung korrelat zu dieser Formung bewegten Teile zur Größe der betrachteten Form. Dieses Verhältnis ist nur für den (häufigen) Fall, daß nur eine Art untereinander gleicher Teile die Teilbewegung ausführt, einfach zu ermitteln (z. B. Biegung eines mit Erbsen gefüllten Schlauches), da andernfalls die Größenschwankung einer Teilchenart und die Anzahl der beteiligten Teilchen verschiedener Teilchenarten in der Raumstetigkeit zu Worte kommt.

Betrachten wir alle Sphären der Erde zusammen, so ist die oben definierte, verschiedene Heteromobilität der uns bekannten Teile der Erde neben Symmetrie und Rhythmus ein allgemeinster Grundzug der Gestaltung und Bewegung der in verschiedenen Fragestellungen als Einheiten betrachteten Bereiche, was deren Gestaltung und Bewegungsbild anlangt. Durch Art und Grad ihrer Heteromobilität unterscheidet sich die Erde von anderen z. B.

isomobileren Sternen, wie etwa von Sonne und Mond. Der Grad der Heteromobilität des Gesamtkörpers (inhomogenen Verteilung der Teilbewegungen) kann gestaltlich Weltkörper kennzeichnen und zu deren gestaltlicher Unterscheidung dienen. Er ist sowohl der stofflichen Homogenität von Sternen bzw. von deren Schalen zugeordnet (und damit ihrer Mischung und Entmischung) als auch zugeordnet ihren Temperaturen und deren Auswirkung als homologe Deformationstemperatur verschiedener „geologischer" Körper. Die Temperatur mobilisiert schon mit einem niedrigen Grenzwerte so kleine Gefügeelemente, daß raumunstetige Bewegungsbilder und damit auch heteromobile Bewegungsbilder fehlen. Die hohe Heteromobilität erdenähnlicher Sterne ist als ein stellares Charakteristikum zu stellen neben die unmittelbare und mittelbare, symmetrologisch kontrollierbare Abbildung ihrer Gravitationsfelder in den Bewegungsbildern und Gestaltungen ihrer Außenschalen, wenn man einmal solche Körper „geologisch" bzw. stellarlogisch kennzeichnen will. Der Heteromobilitätsgrad ist ein, einem stellaren Ablauf mit weitgehender zeitlicher Gliederung zugeordnetes, also den Entwicklungsstand kennzeichnendes Datum noch allgemeinerer Art als die symmetrologische Abbildung der Massenanziehung.

4. Lineare Formungen.

Lineare Formungen in der Lithosphäre nach B und a. L-achsiale Formung bei fließender Formung. Schlierige Formung; turbulente Formung.

Lineare Gefüge B ($\perp$ a) und a der gefügekundlichen Definition gibt es in der Lithosphäre (vgl. die mehrfach beschriebenen Baue mit verschiedener Neigung von B zum Erdradius), in der Atmosphäre (entsprechende Wolkenbilder nach B und nach a gelängt) und in der Hydrosphäre (Wogen nach B, Strömungen nach a).

Innerhalb der Lithosphäre finden wir besonders bezeichnend: In den heteromobilen, höheren Niveaus einengende, tektonische Formung zwischen weniger teilbeweglichen „starren Backen" mit flacher und mit steiler B-Achse (ursprünglicher Orientierung in statu nascendi), beides in Orogonesen. In tieferen, höher teilbeweglichen Niveaus der Lithosphäre ist von derartigen Bauen regional verbreitetes, steiles B bekannt.

Wo es sich in der Lithosphäre um die Begegnung höchst teilbeweglicher, fließender Bereiche mit relativ starren handelt, treten eben in den ersteren wie zu erwarten die aus der Hydrosphäre (z. B. Flüsse) und Atmosphäre (z. B. Talwinde) bekannten Bewegungsbilder mehr und mehr namentlich mit gleichen Symmetrien auf.

Ferner finden wir in der Lithosphäre Strömung (nach a) hoher, teilbeweglicher Bereiche in relativ starren Rohren (z. B. Vulkanschlote, Diapyre u. a.) und Gerinnen (Gletscher, Lockermassen) mit den zugehörigen, in Beispielen beschriebenen Gefügen.

In der tiefen Lithosphäre mit genügender Teilbeweglichkeit und Isomobilität sind Vertikaltransporte angenommen. Wie weit hier die von den Meeres- und Luftströmungen bekannten Bewegungsbilder wirklich vertreten sind, bleibt offen. So fehlt z. B. auch noch der gefügeanalytische Nachweis von Wirbeln im Falle von Schlingen und Bauen mit steilem B.

In bewegten Rauchschlieren in sonniger Luft hat man den Anblick raumstetiger Verdünnung und Längung linearer Schlieren „L" Besteht Rotation um Achse L, so ist L kinematisch und symmetrologisch neben B-Achsen mit Querdehnung (// B) zu stellen. Besteht keine Rotation um L, so läßt sich der Vorgang weder einer Querdehnung bei Formung durch umfassende Drucke ⊥ L noch einer Längung durch Zug // L eindeutig zuweisen. Bei voller Deutlichkeit des Bewegungsbildes und der Formänderung der Schliere L entfällt trotzdem die Einordnung des Vorganges in die B-achsialen, tektonischen Formungen. Es besteht also die Frage, ob derartige L-achsiale Formungen an den der Beobachtung zugänglichen Bauen in der Erdrinde beteiligt gewesen sein können. Diese Frage scheint mir theoretisch zu bejahen für Gebiete, welche ihre Formung ohne Leitung gerichteter Kräfte (also im strengen Sinne fließend) mit hoher Teilbeweglichkeit erhalten und keine Formung mehr nach der Erstarrung (= Möglichkeit der Leitung gerichteter Kräfte) erlitten haben.

Es fragt sich also, welche Merkmale eine in dem eben definierten Sinne erworbene Fließtektonik haben kann, welche also von einer raumstetigen Formung mit Leitung gerichteter Kräfte begrifflich zu kennen ist.

Als solche Merkmale in diesem Sinne fließender Tektonik sind zu beachten:

1. Völliges Fehlen der Regel der Stauchfaltengröße. Das bezeugt eine hohe Teilbeweglichkeit ohne Leitung gerichteter Kräfte. Dies ist das kinematische Merkmal der Formung von Gasen und Flüssigkeiten.

2. Reliktloser Endzustand nach vorangegangenen Formungen. Deren Teilbewegungen, Bewegungsbilder und diesen korrelate Gefüge sind nicht erhalten.

Zu den an Rauchen beobachtbaren, bezeichnenden Bewegungsbildern bzw. Formungen gehört auch die „Maschenbildung", bei welcher Transporte durch geschlossene Ringe oder offene Schlingen

erfolgen. Solche raumstetige Maschenbildung an geologischen Körpern ist an geologischen Körpern beim Transporte in Rohren verwirklicht, z. B. in aufsteigenden, hochteilbeweglichen Massen (Diapyre, vulkanische Förderschlote).

5. Gestaltung in isomobilen Bereichen.

Heteromobilität und Tiefe. Intrusion. Granite. Isomobile Schlieren. Lineare und flächige Gefüge der Sphären symmetrologisch definiert. Rauche. Gekrümmte Linearen und Flächen. Symmetriekonstante und nicht symmetriekonstante Formung. Asymmetrie nicht durch Isomobilität bedingt. Teilbeweglichkeit (Tiefe der Lithosphäre, fluidale Sphären). Intrusion und Invasion.

Mit dem Gesichtspunkt der Isomobilität und raumstetigen Formung in der tiefen Lithosphäre haben wir uns nun einer allgemeinen Kennzeichnung der Änderung der Bewegungsbilder in der Lithosphäre mit zunehmender Tiefe und damit auch einer Kennzeichnung der Tektonik der Hochteilbeweglichen (z. B. Granite) in verschiedener Tiefe genähert: Die gradweise beschreibliche Abnahme der Heteromobilität mit zunehmender Tiefe ist der eindeutigste Diktator der entstehendsten, tektonischen Baustile. Ohne Heteromobilität verliert das Wort „Intrusion" jeden Sinn. Es ist für isomobile Tiefen ebensowenig anzuwenden, wie man angesichts der mischenden Bewegungsbilder von bewegtem Rauche in Sonne von Intrusionen sprechen kann. In der isomobilen Tiefe der Lithosphäre herrschen die Bewegungsbilder einer fluidalen Spähre, verwandt der Hydrosphäre und Atmosphäre, in welcher wir nicht von Intrusionen sprechen. Dies gilt nicht erst in einer Tiefe totaler Schmelzung. Die für die Bewegungsbilder entscheidende Isomobilität tritt weit früher auf. Die geologischen Körper sind noch ebensowohl voneinander unterscheidbar wie in der heteromobilen Tiefe. Dieser Umstand verleitet vielleicht von ihrer Tektonik so zu sprechen wie in den heteromobilen Zonen und damit ihr größtes kinematisches Merkmal zu übersehen; eben die Isomobilität, welche als baustilbildendes Prinzip nicht erst der Schmelzen-Tiefe zugeordnet werden darf. Wer für die isomobile Tiefe „mise en place" Fragen von Graniten mit dem Wortschatz heteromobiler Tektonik erörtern wollte, z. B. eben von Granitintrusionen sprechen wollte, geht ebenso fehl wie jemand, der für isomobile Tiefen von Granittektonik sprechen wollte, obgleich es dort keine vom Verhalten der Nicht-Granite unterscheidbare Granittektonik gibt.

Um diese Sachlage zu verdeutlichen, wählen wir eben die Granite und untersuchen, was an ihnen zu unterscheiden ist, wenn wir aus der oberen Lithosphäre in die tiefere gehen, immer Bau und

Bewegungsbild der Granite im Auge behaltend und die Terminologie ihrer Gefüge beachtend.

Wir begegnen zuerst maximal heteromobile Bereiche mit, im genauen und zulässigen Wortsinne „intrudierten“ Graniten — eine Bezeichnung, mit der wir in diesem Zusammenhange keine chemische Analyse verbinden.

Ihr Merkmal (soweit unverwischt durch spätere Vorgänge) ist Heteromobilität des Systems Granit + Hülle, Einströmungsgefüge unterscheidbar von dem Gefüge der Hülle und zuordenbar dem Eintreten des Granites von außen in den betrachteten Raum. Man tut gut, selbst in diesen Graniten Einströmungsgefüge zu trennen von dem nach dem Einströmen erworbenen Amplatzgefüge, welches aber im klassischen Falle ganz fehlen kann. Die Trennung dieser beiden Gefüge ist gefügekundlich möglich und auch wenn sie praktisch nicht immer mühelos ist, begrifflich klar zu halten. Man fand im Schrifttum unselten als B-Achsen feststellbare Lineargefüge in solchen Graniten als „Fließlinien“ mißverstanden und bezeichnet und als Einströmungsgefüge der Intrusion des Granites zugeordnet. Das hat sich, wie leicht nachweislich, als besonders häufige Fehlerquelle „granittektonischer“ Arbeiten erwiesen. Die längst bekannte und eingehend diskutierte Tatsache dehnender Bewegung // B darf nicht dazu führen, ein Einströmungsgefüge // B anzunehmen. Ebenso ist es vollkommen mißverständlich gegenüber der durch Korngefügeuntersuchungen eindeutig gemachten Definition der Koordinaten b (B) und a ohne weiteres ein a senkrecht zu einem Gürtel anzusetzen. Auch die Kriterien für ein solches a′ // B sind ja gefügekundlich diskutiert und an Beispielen nachgewiesen. Dies ist nur ein Beispiel dafür, daß die Trennung der Lineargefüge in heteromobilen Bereichen bei genügender Schulung gefügekundlich möglich ist.

In der Lithosphäre ist die (laminare und lineare) schlierige Formung auf hochteilbewegliche Bereiche begrenzt, nimmt also mit Annäherung an die isomobile Tiefe zu und herrscht erst dort. Turbulenz tritt in der Lithosphäre zurück. Man kann zwar tektonische Mischung von Gesteinen verschiedener geologischer Formationen im Handstück begegnen, aber noch mit sichtbaren Gefügekoordinaten beschreiben. Mit zunehmender Isomobilität und Teilbeweglichkeit nimmt die dreidimensionale Krümmung von Linearen und Flächen zu und erreicht in den fluidalen Sphären ein Maximum.

Für die homogen isomobile Tiefe der Lithosphäre wie auch für die isomobilen Teilbereiche in der oberen Lithosphäre, kurz für alle isomobilen Bereiche mit ihren gleich raumstetigen Bewegungsbildern gilt folgendes morphologisches Grundgesetz: In allen iso-

mobilen Bereichen aller irdischen Sphären treten im Ablauf genügend weitgehender Formung lineare und flächige Gefüge auf: Diese Gefüge bestehen aus isomobilen, stofflich unterscheidbaren (Farbe in Flüssigkeit, Rauch in Luft usw.) Inhomogenitäten (isomobile Schlieren). Die isomobilen Gefüge der Bereiche mit hoher Raumstetigkeit sind stoffkonkordant, d. h. nicht unparallel zu den stofflichen Grenzen verlaufend wie z. B. viele in der Lithosphäre stoffdiskordant über stoffliche Anordnungen überprägte Teilgefüge, z. B. Scherflächen, B-Achsen. Diese Stoffkonkordanz der Bewegungsbilder schlieriger Formungen ist als Merkmal fluidaler Sphären zu betonen, in welchen allerdings stoffdiskordante Formung in der Atmosphäre und Hydrosphäre als Wellen unparallel zur Schichtung vorkommen. Die symmetrische Gestaltung größerer Bilder verschwindet, wenn Teilbereiche innerhalb deren sie gilt, immer kleiner werden. Dies tritt praktisch nur unter eng definierten Bedingungen (wie nichtsymmetriekonstante Knetung und Umrührung) ein. So daß die Erzeugung von größeren Bereichen ohne symmetrische Anisotropie und Inhomogenität schwierig sein kann, auch wenn man sie wünscht, z. B. um die chemische Analyse eines Mischbereiches über einen größeren Bereich zu erhalten.

Das Auftreten linearer (L) und flächiger (F) Gefüge bei beliebiger, genügend weitgehender Formung eines hochteilbeweglichen, isomobilen Bereiches läßt sich experimentell beweisen: Deutlich lineare und flächige Gefüge stellen sich unvermeidlich ein, gleichviel, ob wir als Ausgangskörper mit isomobilen, stofflich wahrnehmbaren Bereichen Plastilin mit isometrischen Färbungen kneten, in Flüssigkeiten strömende Farbschlieren beobachten oder Rauch in Luft. Außer der linearen und flächigen Gestalt der Schlieren beobachten wir als ein für die Gestaltung fundamentales Verhalten ihren kontinuierlichen Zusammenhang und ihre stoffliche Persistenz (Experiment mit verschiedenfarbigen Schlieren) bei weitgehender Deformation. Dieses, in unserer Definition als schlieriges Bewegungsbild und Gefüge abgrenzbare, isomobile Bewegungsbild ist nicht das einzige isomobile Bewegungsbild isomobiler Bereiche. Es besteht, wie eben die genannten Experimente beweisen, so lange, bis die Stofftransporte das Bewegungsbild turbulenter Mischung annehmen. Schlierige und turbulente Bewegungsbilder sind Typen der Gestaltung in fluidalen Bereichen und damit in den isomobilen, fluidalen Sphären, Hydrosphäre und Atmosphäre, und in der tieferen, isomobilen Lithosphäre. Aber nicht darauf wird hier weiter eingegangen, sondern auf die Frage: Welche Beziehungen bestehen zwischen den linearen (L) und flächigen (F) Gefügen der hochteilbeweglich strömenden, isomobilen Bereiche

einerseits, und dem in der Gefügekunde als B und als a gekennzeichneten Lineargefüge sowie den s-Flächen der oberen Lithosphäre andererseits? Wobei die symmetrologische und mechanische Definition der Begriffe B (⊥ Symmetrieebene), a (// Symmetrieebene und ⊥ B) und s (Scherung oder Plättung) hier vorausgesetzt werden.

1. Die Bildung von korngefügekundlich eindeutig definiertem und feststellbarem B und a als Lineargefüge und von s als „Plättungs-s" erfolgt in den isomobilen, hochteilbeweglichen, bis ins Korngefüge raumstetigen Bereichen der tiefen Lithosphäre ganz ebenso wie in den im großen darüber folgenden, zunehmend heteromobilen Bereichen der Lithosphäre (Gürtelgefüge ⊥ B entsprechend achsialen Formungsakten mit Achse B und Plättungs-s dargestellt für parakristallin deformierte Metamorphe jeder Beteiligung von Neukristallisationen bis zu klassischen „Graniten" wie Mauthausen u. a.; dargestellt und leicht sichtbar auch innerhalb der in heteromobile Zonen eingedrungenen Schmelzen, Ergüssen, Quarzporphyren und Laven).

2. Außer ihrer scharf definierten Gleichheit in den für B, a und s kennzeichnenden Korngefügen, besteht auch eine vollkommene, symmetrologische Gleichbedeutung der als B, a, s in den isomobilen, hochteilbeweglichen Bereichen der Lithosphäre und der fluidalen Sphäre einerseits, sowie der oberen Lithosphäre andererseits, hinsichtlich der genannten Gefüge als Abbildung der Vektorensymmetrie der Formung (z. B. tangentiale, monokline Transporte und erdradiale Transporte).

Das Gesagte (über die Gleichheit linearer und flächiger Gefüge in der Hydrosphäre, Atmosphäre und isomobilen Tiefen der Lithosphäre) ist streng zu beziehen auf die allgemeine Definition von B, a, s. Es gibt aber — mit achsialer Formung — verschiedene Arten wie B oder s lesbar werden kann, z. B. es antworten verschiedene Körper innerhalb unserer Definition verschieden: Das B ist eine Faltenachse oder eine Schnittgerade von Scherungen bei ganz gleicher achsialer Formung zweier Materiale oder auch schon desselben Materials; B ist monoklin symmetrisch oder rhombisch symmetrisch; s ist eine Scherfläche oder eine Plättungsebene usw. immer innerhalb der gleichen Bedeutung von B in der Symmetrie eines Bewegungsbildes und im formenden Kräftebild achsialer Beanspruchung. Von solchen näher bestimmten B und s sind einzelne verschieden ausgestaltet in den Bewegungsbildern der Lithosphäre und der fluidalen Sphären, nicht aber verschieden hinsichtlich ihrer Symmetrie.

3. Neben dem Vorkommen eindeutiger B, a und s in den hochteilbeweglichen Bereichen, auch der tiefen isomobilen Lithosphäre, ist aber nun zu fragen (a), ob, so wie in den fluidalen Sphären als Lineargefüge, bald B (Wolkenwogen, Meereswellen), bald a (Wolkenfahnen // Wind, Stromfäden) vorherrscht — wiewohl auch beide (Wolkenwogen // B mit Fahnen ⊥ B) nebeneinander vorkommen —, dies auch in der isomobilen Tiefe der Lithosphäre vorkommt, oder ob es dort ein weder unter die Definition von B noch unter die Definition von a fallendes Lineargefüge gibt; ob das voraussetzungslos als L bezeichnete Lineargefüge immer als B oder a definiert ist, auch in den fluidalen Zonen. Es ist dann (b) weiter zu fragen, was denn auch diesfalls noch unterscheidende Merkmale für Lineare und Flächen der Formung in der oberen Lithosphäre, in der isomobilen Tiefe und in den fluidalen Sphären sind. Soweit unsere bisherige Beobachtung ohne Extrapolationen reicht.

Zu (a). Dies ist zu bejahen. Symmetrologisch definiert entsprechen für die sehr weit fortgeschrittene „strömende“ Formung die Stromfäden durchaus der Richtung a (z. B. als Richtung der laminaren Relativbewegung auf Scherflächen), wenn wir einen homogenen Bereich der Strömung mit gerader Front (kenntlich z. B. an den unverbogenen B-Wellenkämmen ⊥ a) betrachten; es gilt auch für verwickelte, aber in bezug auf die Persistenz der Symmetrieebene ⊥ B, // a symmetriekonstante Strömung der Hydrosphäre und Atmosphäre.

Zu (b). Was zeigt nun die Beobachtung der ideal isomobilen Schlierentektonik von Rauch in Sonne?

Angesichts der Bewegungsbilder und Gestaltungen von Rauch in Sonne trennen wir zwei ganz allgemeine Kategorien von Gestaltungen. Ein Beispiel für die eine Formengruppe, die wir bereits früher als schlieriges, isomobiles Bewegungsbild gekennzeichnet haben, geben uns die linearen und flächigen, unturbulenten, voneinander gesondert bleibenden Schlierenwolken der Rauche.

Ein Beispiel für die zweite, ganz andere Formengruppe geben die gleich den Haufenwolken der Meteorologen turbulent unflächig abgegrenzten, qualmig haufigen Rauchwolken; Haufenwolken (nicht Schlierenwolken), welche kein symmetrisches Gefüge aus linearen und flächigen Elementen, überhaupt keine solchen Elemente zeigen, wohl aber in der Außengestalt noch bisweilen Symmetrien, z. B. die radiale Symmetrie mancher als erdradiale Fontänen aufsteigende Sommerwolken, zeigen können. Wir lassen hier diese turbulenten echten Wolken ohne lineare und flächige Gefüge außer Betracht, bis wir ihnen analoge, echte, ebenso gekennzeichnete „wolkige“ Transporte in der unteren Lithosphäre und (in Kontakt-

höfen) bis ins Starrgefüge heteromobiler Sphären wandernd begegnen.

Eine eingehendere Beobachtung unserer Rauchschlieren aber ergibt folgende gestaltliche Züge:

Die zunächst wenig übersichtliche Mannigfaltigkeit der Gestaltungen des Rauches ließ schlierig strömende und turbulent-wolkige Bewegungsbilder als größte Kategorien unterscheiden.

Im schlierig strömenden Bewegungsbilde unterscheidet man 1. lineare Elemente. Dringen diese // der Lineare vor, so ist die Lineare als Stromfaden deutlich und entspricht also der Koordinate a in geologischen Körpern. Ist dieses Vordringen nicht beobachtet, so gleichen die Linearen und Linearen-Bündel — deren Kleinstgefüge ununtersucht und daher symmetrologisch noch nicht gekennzeichnet ist — in allem Sichtbaren ununterscheidbar den sicheren Stromfaden — Linearen (// a). Linearen // B können wir in manchen isomobilen Bereichen, z. B. Wolkenwogen // B mit Wolkenfahnen ⊥ B (also in der Windrichtung), im gleichen Bewegungsbilde eindeutig erkennen, ebenso B als Wirbelachse geblasener Rauchringe. Es ist hiezu folgendes zu beachten: Wenn von einem Bereich M nichts bekannt ist als daß er in Richtung L gelängt wird (also als Lineare // L erscheint), wenn weder die Symmetrie des Gefüges in diesem Bereich noch die Symmetrie der Kräfte, welche den Bereich formen, bekannt ist, so ist die Bestimmung von L als B oder a unmöglich, da B und a ja in ihrer Definition bezogen sind auf die Symmetrie des Gefüges (B ⊥ Symmetrieebene) und der korrelaten Symmetrie des formenden Kräftesystems (mit persistenter Symmetrieebene ⊥ B, z. B. bei einer angenähert achsialen Einengung mit Achse B). Das sind die einzigen, direkten Merkmale zur Unterscheidung von B und a, deren indirekte Bestimmung außerdem in vielen Fällen — nicht aber im vorliegenden — möglich ist, z. B. wenn eine Lineare in Granit immer genau gleichgerichtet ist wie die durch Faltung als B bestimmten Linearen seiner Hülle und beide von den Kristallisationen überdauert usw.

Im Bewegungsbilde der Rauchschlieren haben wir also die erwähnten sicheren Stromfaden-Linearen (// a) mit einseitigem Vordringen. Dieses ist oft durch einen etwas heterogenen (dichterer Rauch) Kopf bezeichnet, in Relativbewegung zur umgebenden Luft in diese eindringend als protuberanzartige Invasion; dieselbe Außengestalt, welche sich in hochteilbeweglichen Salzlagerstätten als „Säcke“ findet. Liegen jene im isomobilen Bereich so sind sie begrifflich von dem typischerweise im heteromobilen Bereich liegenden Salzdiapyre als Ganzes zu trennen.

Bei den meisten Linearen des Rauches ergibt sich das genaue Bild einer linearen Zerdehnung mit Dünnerwerden bis zum verschwindenden Faden. Diese Fälle entsprechen kinematisch einer achsialen Beanspruchung, bei welcher größter Zug oder kleinster Druck // Achse (// Lineare) ganz dasselbe Formungsbild ergibt. Es ist wichtig, daß in diesem typischen Falle, „Dehnungslineare im isomobilen Bereich", die Lineare nicht einem Stromfaden beim Einströmen in einen dargebotenen Raum, sondern einem B-achsialen „Amplatzgefüge", entstanden in dem mit seiner Umgebung zugleich gedehnten betrachteten Raum, entspricht; es ist wie eine andere achsiale Deformation nach Maximalzug oder Minimaldruck parallel zur Lineare symmetrologisch eine B-Achse und geologisch ein Amplatzgefüge, was hier vorliegt.

Sowohl die Linearen (a) der einseitigen Strömung als die Dehnungslinearen B treten nur in kleinen Bereichen ungekrümmt auf; sie sind typischerweise gekrümmt. Dies entspricht den in B-achsialen Bereichen der Lithosphäre mit Zunahme der Isomobilität zunehmender Verkrümmung der Linearen, von beginnender Krümmung der B-Achsen bis zu einem Zustand nur noch statistisch wahrnehmbarer Vorzugsrichtung und darüber hinaus in die (oft allerdings genauer statistischer Messung nicht standhaltende) „völlige Regellosigkeit" von Schlieren in Schmelzgesteinen und ptygmatischen Faltungen der Migmatitfronten.

Die Krümmung der Linearen und der Flächen ist typisch; letztere ist zu unterscheiden als eine allgemein zylindrische mit Symmetrieebene oder als eine asymmetrische. Erstere Gestaltung (Einwickelungen, Wirbel) der flächigen Elemente ist die im isomobilen Rauchbilde häufigste; beide sind im isomobilen Bereich der fluidalen Sphären und der isomobilen Lithosphäre häufiger zu erwarten als in der oberen Lithosphäre.

Ein weiterer, das Bewegungsbild der isomobilen Rauchschlieren gestaltlich kennzeichnender Zug ist also die starke Beteiligung asymmetrischer, dreidimensional gekrümmter Elemente (Lineare, nicht in Ebene; Fläche dreidimensional verbogen ohne Symmetrieebene) gegenüber den symmetrischen Krümmungen (Lineare in Ebene, welche Symmetrieebene der Gesamtform ist, Fläche allgemeinzylindrisch, also mit Symmetrieebene ⊥ Zylinderachse). Wir begegnen damit in einem extremen Sonderfall einem wichtigen, morphologischen Grundsatz, den wir besonders beim Vergleiche der heteromobilsten Bereiche mit den isomobilsten beachten: Bereiche mit asymmetrischer Verkrümmung von Linearen und Flächen nehmen an Häufigkeit zu mit zunehmender Isomobilität. Bereiche mit symmetrischen Verkrümmungen von Linearen und Flächen

nehmen bis zum völligen Vorwalten zu in der oberen am meisten heteromobilen Lithosphäre. Da die symmetrischen Formungen symmetrischen Kräftesystemen zugeordnet sind, ist folgendes zu beachten, wenn man untersucht, ob das Vorwalten der Symmetrie und der Asymmetrie direkt der verschiedenen „Mobilität“ (Iso- bis Heteromobilität) oder direkt dem Vorwalten nicht symmetriekonstanter Kräfte bzw. Kräftesysteme (z. B. in festigkeitsinhomogenen Bereichen) zuzuordnen sei; wobei man die formenden Kräftesysteme nicht in Augenblicksbildern zu betrachten hat, sondern die Gesamtsymmetrie ihrer Überlagerungen im Formungsablauf. Diese Gesamtsymmetrie kann eine ohne oder bei symmetriekonstanten Formungen eine mit Symmetrieelementen sein (asymmetrische Formungen z. B. in turbulenten isomobilen Bewegungsbildern oder bei nicht symmetriekonstanter Knetung; symmetrische Formungen z. B. in der oberen Lithosphäre, in der Werkstoffprüfung und -formung oder bei symmetriekonstanter Knetung).

Wenn wir für unseren Zweck (etwa anstelle von „turbulenter und unturbulenter Formung“) besser die deutlicher symmetrologischen Begriffe asymmetrische und symmetrische (symmetriekonstante) Formung setzen, so können wir fragen, wie die Mobilität mit dem Auftreten symmetriekonstanter Formung zusammenhängt und ob sich dieser Zusammenhang den Sphären zuordnen läßt.

Im heteromobilen Bereich besteht, infolge des Einflusses der unregelmäßigen Grenzflächen, zwischen den in sich isomobilen Teilbereichen weit mehr Gelegenheit zur Zerstörung der Symmetriekonstanz der Formungen als im isomobilen Bereich; so z. B. wenn wir einen Brei mit Brocken oder einen Brei ohne Brocken über eine Schwelle fließen lassen. Deutlich sind es auch in der heteromobilen Lithosphäre die isomobilen Teilbereiche, welche mit den Flächen und Linearen ihrer Formungen am besten die Symmetrie symmetrischer Felder in symmetriekonstanten Formungen (z. B. tangenatialer Transporte im Schwerefeld der Erde) abbilden. Heteromobilität, also Inhomogenität der Teilbewegung, wirkt symmetriekonstanter Formung im heteromobilen Bereiche entgegen, bis zur völligen Unlesbarkeit der Symmetrie wie in manchen Fällen von extrem heteromobilen irdischen Transporten, z. B. Bergstürze; Eisbrüche gegenüber den vom zähen Eise überflossenen Schwellen.

Keinesfalls also ist die Häufigkeit asymmetrischer Formung (der Linearen und Flächen) im Isomobilen auf die Isomobilität zurückzuführen und mithin auch nicht der verschiedenen Mobilität der Sphären zuzuordnen; auch nicht etwa asymmetrischen Kräfteanordnungen mechanischer Formung, denn solche spielen keine

Rolle; also nur einer nichtsymmetriekonstanten mechanischen Formung durch nicht symmetriekonstante Relativverdrehung eines betrachteten Bereiches gegenüber den formenden, in sich symmetrischen Feldern oder einer nicht durch mechanische Kräfte erfolgenden Gestaltung, z. B. Diffusionen. Um dies zu entscheiden, betrachten wir wieder das Rauchbild. Wir sehen die auftretenden Verkrümmungen von Linearen und Flächen fortlaufend durch Drehungen im Bewegungsbilde zustandekommen, durch Bewegungen von Teilbereichen mit verschiedener Orientierung ihrer Symmetrieelemente, z. B. der Symmetrieebenen der Einzelwirbel. Auf diese Weise, durch Antworten des hochteilbeweglichen und leicht umformbaren Gefüges, das keine Restgefüge bewahrt (wie ein Gestein oder Metall) entsteht ein Bereich unsymmetrischer Formungen (und damit auch der asymmetrischen Krümmungen). Durch den Grad der Unsymmetrie der Formung und der statistischen Regellosigkeit in der Drehlage in sich symmetrischer Teilbereiche (z. B. Wirbel) ist die gestaltliche, meßbare Kennzeichnung dessen gegeben, was allmählich in das bei genügender Deutlichkeit der Unordnung sogenannte turbulente Bewegungsbild übergeht. Wir sehen also von hier aus in der leichten Formbarkeit des hochteilbeweglichen isomobilen Bereiches, im Verschwinden der Längen, auf welche gerichteter Druck übertragbar ist, etwas der tatsächlichen größeren Häufigkeit asymmetrischer, turbulenter Bewegungsbilder in den fluidalen Sphären und in unserem Rauchexperiment Zuordenbares.

Unter den Gestaltungen schlierig fließenden Rauches fallen auf Bewegungsbilder, welche zu Flächengefüge (s) durch Plättung und planare Dehnung führen. Die Dehnung erfolgt sowohl allseitig ungefähr gleich, $\perp$ auf das Lot zur Fläche s, also in s, angenähert rotationssymetrisch als auch mit Betonung einer Geraden größter und einer zu dieser senkrechten Geraden kleinster Dehnung in F, rhombisch-symmetrisch.

Ein weiterer, wichtiger gestaltlicher Grundzug ist die Häufigkeit in sich geschlossener Strömungen (Zirkulationen). Die Häufigkeit von geschlossenen Strömungen im isomobilen Rauchgefüge finden wir wieder in der Atmosphäre und in der Hydrosphäre.

Wie früher geschehen, begrenzen wir den Begriff der Intrusion, wie dies seiner Entstehung und seiner Verwendung als Kriterium für „Intrusivgesteine" (nicht gleich „Schmelzgesteine") entspricht, auf heteromobile Bereiche. Wenn wir also in isomobilen Bereichen, wie z. B. im nicht turbulenten schlierigen Rauchgefüge, flächige und lineare Strömungen begegnen, welche sich gestaltlich in rauchfreie Luft verbreiten, so nennen wir das nicht eine Intrusion (ebensowenig

wie z. B. das strömende Eindringen süßen Flußwassers in Meerwasser) sondern wir unterscheiden solche Gestaltungen begrifflich eben wegen des isomobilen Bewegungsbildes im betrachteten Bereiche von der Intrusion und sprechen von Invasion, und zwar von strömender, nicht turbulenter Invasion, um den Vorgang von den turbulenten Invasionen im isomobilen Bereich abzugrenzen, welche eine heftig vorgestoßene Rauchwolke ebenso veranschaulicht wie manche weiße Wolkenfontäne im klaren Sommerhimmel. Nicht Unterscheidungen wie „natürliche und künstliche Konvektion“ u. a. m. sind für unseren Zweck verwendbar, sondern ob Bewegungsbilder mit unterscheidbarer Strömung, fluidale Bewegungsbilder ohne unterscheidbare Strömung, nichtfluidale, turbulente Bewegungsbilder (z. B. auch der Diffusion) vorliegen. Nicht die „Ursache“, sondern das Bewegungsbild selbst unterscheidet gestaltlich. Es ist für diese Unterscheidung schlieriger und turbulent wolkiger Bewegungsbilder auch unwesentlich, ob sich das Bewegungsbild abspielt im isomobilen Bereich unseres Rauchexperimentes (in der Hydrosphäre, Atmosphäre, isomobilen Lithosphäre) oder aber, ob in einem Starrgerüste noch beide Typen von Bewegungsbildern unterscheidbar sind, so z. B. als Grundwasserströmung oder als diffundierende, stoffliche Invasion von Gasen und Lösungen, Ionen innerhalb der Lithosphäre; beide Male in heteromobilen Kleinbereichen des Korngefüges und beide Male mit oder ohne Abbildung der Wegsamkeit des durchwanderten Starrgefüges (belteropor oder nicht belteropor). Keine primären, symmetrischen Strömungsbilder könnten erzeugt werden von migrierenden Ionenwolken wie man solche für die Granitentstehung mehrfach herangezogen hat. Diese Ionenwolken bzw. die von ihnen bewirkten Änderungen könnten Symmetrien symmetrischer, mechanischer Beanspruchungen nicht direkt abbilden, sondern höchstens indirekt auf dem kontrollierbaren Wege belteroporer Ausbreitung, da eine verschiedene Wegsamkeit für Ionen in der Lithosphäre anzunehmen ist, gleichviel ob man intergranulare oder intragranulare Wegsamkeit betrachtet.

6. Persistente Gestaltungen mit Stoffwechsel in den irdischen Sphären.

Persistente Gestaltung mit Stoffwechsel bei gleichphasigem und andersphasigem Austausch. Beispiele aus den Sphären. Umströmungen.

Zu den für eine Überschau und Zusammenschau aller irdischen Gestaltungen, ihres Gemeinsamen und Unterscheidenden, notwendigen Betrachtungen gehören auch solche, deren allzuhäufige

Begegnung den Blick für ihre Bedeutung unscharf macht. Es ist Sache der Wissenschaft, gerade gegenüber den häufigsten, ,,banal" gewordenen Fällen, die Distanz zu gewinnen, durch welche sie in einer neuen Rolle erkennbar werden. Hieher gehört auch die Beachtung persistenter Gestaltungen mit Stoffwechsel als ein Grundprinzip stellarer und besonders irdischer Gestaltung.

Als persistent, das ist beharrend mit definierter Dauer, werden hier betrachtet alle Gestaltungen, an denen definierte Merkmale der Außengestalt oder der Innengestalt (Gefüge) fortbestehen, und zwar während eines nach Art und Ausmaß definierten Stoffwechsels. Die Gestalten können dabei auch funktionale Gefüge sein, die Merkmale auch z. B. nur Symmetrieelemente.

Außengestalt und Gefüge eines Wasserfalles, eines nebelbildenden Föhnwindes, welcher einen Gebirgskamm überströmt, eines Gletschers, welcher als Eissturz einen Knick im Gehänge überschreitet, eines lebendigen Körpers sind erste Beispiele ,,persistenter Gestaltungen mit Stoffwechsel" aus der Hydrosphäre, Atmosphäre, Lithosphäre und Biosphäre. Welche Rolle persistente Gestaltungen mit Stoffwechsel in den einzelnen Sphären spielen, welche Rolle eine Änderung des Stoffwechsels, z. B. im ,,lebenden" und im ,,toten" Körper als erste Einleitung der Umgestaltung spielt, innerhalb der einzelnen Sphären wahrzunehmen und aus den verschiedenen Sphären vergleichend nebeneinander zu stellen, ist eine Aufgabe der allgemeinen Morphologie der Erde. Der folgende Versuch kann nicht der Vollständigkeit hierin dienen, sondern nur der konkreteren Einführung eines Begriffes, welcher, wie viele andere, nur in engeren Gebieten gehandhabte, das Gemeinsame weiterer Gebiete nicht beachtet hat, obwohl es ungezwungen schon in solchen Begriffsbildungen wie ,,Stoffwechsel" liegt: Der Stoffwechsel in einem Wasserfall oder in einer Flamme ist eben sprachlich und begrifflich dasselbe wie der Stoffwechsel eines geologischen oder eines tierischen Körpers, wenn man den Wechsel des Stoffes bei beharrender Gestalt als das Wesentliche und sprachlich klar Gesagte denkt.

Die persistente Gestalt mit Wechsel besteht also durch eine Zeit, während welcher der von der Gestalt eingenommene Raum von definierten Teilen betreten und verlassen wird, welche an der ,,bleibenden" Gestalt beteiligt sind. Hiebei kennzeichnet ,,Stoffwechsel" wörtlich nicht klar den allgemeinsten denkbaren Fall persistenter Gestalt mit Wechsel, da der Stoff nicht im Sinne ,anderer Stoffart" zu wechseln braucht. Die ausgewechselten Teile der Gestalt müssen nicht anderer Stoff sein, um an einer Gestalt, z. B. an einem aus Wellen bestehenden Bilde beteiligt und aus-

wechselbar zu sein. Es ist also schon der allgemeine Fall, den wir als „persistente Gestalt mit Stoffwechsel“ zunächst betrachten.

Innerhalb dieses Falles betrachten wir zwei Fälle von besonders weiter Verbreitung und mannigfaltiger Verwirklichung auf der Erde bzw. erdenähnlichen Weltkörpern. Diese zwei Fälle persistenter Gestalten mit Stoffwechsel sind wie folgt gekennzeichnet: In Fall I erfolgt der Austausch der Teile ohne daß diese ein System aus anderen Phasen betreten, also zwischen gleichen Systemen, z. B. im Wasser eines Baches mit persistentem Wasserfall (gleichphasiger Austausch). Der Austausch in Fall II ist gekennzeichnet dadurch, daß die wechselnden Teile das Gefüge der betrachteten persistenten Gestalt (z. B. einer Düne) verlassen, sich an einem vollkommen andersartigen System (sehr oft ein Mischgefüge der Sphären, z. B. Sand in Wind über die Düne) beteiligen und dann erst wieder am Gefüge der persistenten Gestalt. Fall der persistenten Gestaltung mit Stoffwechsel durch Ab- und Aufbau (andersphasiger Austausch).

Die beiden Typen des Stoffwechsels bei persistenter Gestalt sind also getrennt durch das „gleiche“ oder „verschiedene“ System (z. B. Wind mit Sand und Düne), welches die Austauschteile (z. B. Sandkörner) außerhalb der Gestalt (z. B. einer Düne) durchlaufen. Diese Gleichheit und Verschiedenheit ist durch das Gefüge außerhalb und innerhalb der betrachteten Gestalt beschrieben. Hiebei sind gleiche Symmetrieelemente innerhalb und außerhalb der Gestalt auch bei andersphasigem Austausch häufig (Düne und sandiger Wind).

Fall I. Beispiele aus der Hydrosphäre, Lithosphäre und Atmosphäre sind die weitverbreiteten und mannigfaltigen Bewegungsbilder, in welchen ein weniger teilbeweglicher Bereich (t) von einem teilbeweglicheren Bereiche (tt) in beharrender Gestalt umströmt oder überströmt wird, wobei ein Geschwindigkeits unterschied, eine Relativbewegung zwischen t und tt besteht.

In diese Kategorie persistenter Gestalten, nämlich von tt umströmtes t, welche man kurz als Umströmungen bezeichnen kann, gehören: die ortsbeständigen „Wellen“ in Wildbächen, Wasserfälle, Stromschnellen, Mühlräder usw. in einem Flusse; die schon genannten Windfälle und eisüberströmten Schwellen, kurz zahlreiche Bewegungsbilder in tt an der Grenze von t, persistente Bewegungsbilder der Atmosphäre, der Hydrosphäre und Lithosphäre, mit welchen sich die Strömungslehren verschiedener Fächer befassen.

Aber auch an geologischen Körpern außer Eis kennen wir durch bestimmte Zeiten stationäre Gestalten im definierten Sinn, z. B. solange Schwellen von Schmelzflüssen überströmt werden. Diese Beispiele lehren: Es ist für die Erkennung eines persistenten Be-

wegungsbildes wichtig, mit welcher Geschwindigkeit die Austauschbewegungen erfolgen, ob wir sie evtl. durch Verzerrung der Zeit anschaulich machen können und ob ihre Geschwindigkeit wie im erstarrenden Schmelzflusse Null wird. In letzterem Falle läßt sich bisweilen aus den Spuren der Teilbewegungen das Bewegungsbild rekonstruieren und also durch seine Teilbewegungen der Formungsvorgang kinematisch beschreiben und damit der Austausch in der beharrenden Gestalt.

Die persistenten Bewegungsbilder in Luft und Wasser kennen wir vielfach durch die betreffenden Fächer. Die Bewegungsbilder geologischer Körper kennen wir durch Untersuchung der erstarrten Bereiche. Wir haben vier Gründe, alle diese Bewegungsbilder auch zusammen zu betrachten: Erstens, daß die Beobachter in den verschiedenen Sphären ihre Morphologien konfrontieren lernen; zweitens, daß Bewegungsbilder in den verschiedenen Sphären kennzeichnende gemeinsame Züge (namentlich Symmetrien) zeigen, häufig als Abbildungen des allen Sphären gemeinsamen Gefüges der Erdanziehung; drittens die Frage, ob sich diese in ihrer Teilbeweglichkeit so verschiedenen drei Sphären auch in ihren Bewegungsbildern unterscheiden, also z. B. im vorliegenden Falle, ob persistente Gestaltung in geologischen Körpern eine ähnliche oder nicht ähnliche Rolle spielt wie in der Atmosphäre und Hydrosphäre; viertens ist u. a. gerade durch den vorliegenden Fall I ($tt < t$) eine gemeinsame Strömungslehre für alle Sphären begründet.

Für die vergleichende Betrachtung der Symmetrien in den Sphären ist entscheidend, erstens daß alle Sphären die Erdanziehung und die Relativbewegung der Bereiche zum Schwerefeld symmetrologisch abbilden und zweitens, daß die geologischen Körper, vielfach aus Bewegungsbildern in Luft und Wasser hervorgehend, deren Symmetrie übernehmen. Für die Frage, welche Rolle persistente Gestaltung mit Stoffwechsel in geologischen Körpern spielt, haben die genannten zwei Punkte keine Bedeutung. Wir müssen die stationären Bewegungsbilder direkt aufsuchen, und zwar wie schon betont wurde, an der Grenze von verschiedenen Teilbeweglichkeiten in den Bereichen t und tt und an der Grenze verschiedener Geschwindigkeiten im Bereiche.

Wenn man fragt, welche persistenten Bewegungsbilder durch Überströmung an geologischen Körpern bekannt sind, so ist eines sogleich zu erkennen: Persistente Gestalten mit gleichphasigem Stoffwechsel im Sinne von Fall I treten in der Lithosphäre gegenüber der Hydrosphäre und Atmosphäre zurück. Ihre Rolle in der Biosphäre ist gegenüber der Persistenz mit andersphasigem Stoffwechsel (Fall II) und gegenüber Fall I in den anderen Sphären ver-

schwindend und dies gehört zu den allgemeinen Kennzeichnungen der irdischen Biosphäre.

In der Lithosphäre kann man persistente Gestaltung Fall I derzeit suchen, wo heterogene Schwellen von Transporten geologischer Dauer überfahren werden; persistente Gestaltung Fall II aber dort, wo die Vortiefen sedimentliefender Ketten neuer Faltung unterliegen, so daß diesfalls das Material des ersten Baues durch die Hydrosphäre in den zweiten Bau wanderdünenhaft eingeht, wodurch eine gewisse Persistenz der Symmetrie der Großform besteht. Weitere Beispiele für Fall I persistenter Gestalten mit Stoffwechsel sind in der Lithosphäre: tektonische Umströmung relativ starrer (weniger teilbeweglicher) Bereiche, in kleineren Bereichen oft aus dem Korngefüge ablesbar (z. B. Einschlußwirbel in rotierten Kristallen und andere Inhomogenitäten auf Scherflächen), in großen Bereichen hypothetisch, Umströmungen unter tangentialen Schollentransporten; unter wandernden Kontinenten?; Überschreitung von Schwellen durch Eis, Schmelzen, Lockermassen, Schlamme, Gehänge-Gekrieche usw.

Beispiele für Fall II persistenter Gestalten mit Stoffwechsel sind in der Lithosphäre ganz allgemein die lokalisierten und gestalteten Zyklen von Aufbau und Abtrag; Dünen und Rippeln und das schon gennante Großgefüge Orogen + Geosynkline mit persistenter Symmetrieebene. Stofftransporte in geologischen Körpern aller Tiefen finden als unrückläufige korpuskulare Wanderungen (Kontakthöfe, viele Lagerstätten) statt, ohne oder mit Änderung der Gestalt des geologischen Körpers, ohne daß aber die morphologische Rolle solcher Vorgänge, welche in der Hydrosphäre und Atmosphäre ihresgleichen haben, diskutiert ist.

7. Beharrung (Starrheit) und Abbildung der Gefüge.

Abbildung in relativ starren Gefügen. Relative Starrheit; kennzeichnend statt „Festigkeit“; nicht ident mit Persistenz der Gestalt bei Stoffwechsel.

Die folgende Betrachtung ist gewonnen an metamorphen Gesteinen, an welchen die zeitliche und räumliche Überlagerung der verschiedenen, merkmalebildenden Vorgänge zuerst analysiert wurde. Die dabei gebildeten und gehandhabten Begriffe und z. T. auch die Arbeitsvorgänge bei der Untersuchung sind aber nicht auf die sogenannten metamorphen Gesteine beschränkt. Sondern sie gelten für alle, mit oder ohne menschliches Zutun veränderlichen Gefüge, in welchen Veränderungen stattfinden, welche dem zeitlichen Vorgänger im betrachteten Bereich als „Abbildungen“ noch

zuordenbar sind. Diese Zuordenbarkeit (Abbildung, z. B. Abbildungkristallisation), mehr morphologisch oder mehr funktional gekennzeichnet und mehr oder weniger deutlich lesbar, ist der allgemeinste Begriff, welcher Änderung und Beharren (Starrheit) im Gefüge kennzeichnet. Die hier betrachteten Veränderungen gehen bei deutlicher gestaltlicher Zuordenbarkeit zum Gefüge eines Vorgängers vor sich, was eben die Definition eines relativ starren Gefüges ist. Ein Beispiel geben die Gefüge mit starren, beharrenden Teilgefügen (z. B. Kristallgitter) neben Teilgefügen aus nichtstarren Phasen (z. B. Schmelzlösung); also z. B. die Gefüge von erstarrenden Schmelzen, von Blastomyloniten und von sinternden Werkstoffen. Es gibt heute kaum einen grundsätzlich unterscheidbaren Vorgang an geologischen Körpern, welchen wir nicht auch an technisch kontrollierten Werkstoffen, also in Bi, begegnen. Daraus ergibt sich die oben erwähnte weite Geltung einschlägiger Überlagerungen, ihre wechselweise Wichtigkeit für Körper, mit oder ohne menschliches Zutun, und die Kontrollierbarkeit vieler „naturgegebener“ Vorgänge durch Technik und genügend kritisches Experiment.

Beharrung (relative Starrheit) und Abbildung der Gefüge in der gegebenen morphologischen Definition sind bezeichnend für die Lithosphäre, in welcher sich diese Begriffe in vielen Zusammenhängen (z. B. Metamorphite) als brauchbarer erwiesen als Aussagen wie „fest“, „starr“ und andere Kennzeichnungen eines Festigkeitsverhaltens in kurzen Versuchszeiten. Dasselbe gilt übrigens für die Verwendung dieser Begriffe für die Kennzeichnung technischer Herstellungs-, Bearbeitungs- und Prüfungsvorgänge, bei welchen sich „unmittelbare“ und „mittelbare“ Teilbewegung (Kristallisationen) zeitlich überlagern (z. B. metallische und keramische Werkstoffe in vielen Formungen).

Eine weitere größte Rolle spielen Beharrung und Abbildung der Gefüge in den persistenten Gestalten mit Stoffwechsel der lebendigen Biosphäre. Damit in der Lithosphäre und Biosphäre überhaupt.

Beharrung und Abbildung im Gefüge ist begrifflich zu trennen von der Persistenz der Außengestalten mit Stoffwechsel, wie sie oben für die Atmosphäre und Hydrosphäre und Biosphäre als besonders häufig bezeichnet wurde. Die übrigens noch wenig kontrollierten Gefüge in strömendem Wasser und Luft bilden sich z. B. bei der Umströmung einer Schwelle immer neu und werden nicht im selben Bereich von einem persistierenden Vorgänger mehr oder weniger übernommen, wie dies für das Beharren mit Abbildung gilt. Es ergibt sich gerade gegenüber der Lithosphäre das Fehlen von Beharren mit Abbildung als bezeichnend für Atmosphäre und Hydrosphäre.

8. Sammelformung. Rückläufige und unrückläufige Gestaltung.

Beispiele für Summation unrückläufiger Teilakte der Formung, Formbeharrung. Rückläufige und unrückläufige Gestaltungen in den Sphären.

Bei der Betrachtung rückläufiger und unrückläufiger Formung ergibt sich, daß genügend oft wiederholte, im Teilakt unvollständig rückläufige Formungen (z. B. durch Schwingungen) kleine unrückläufige Formungen der Teilakte summieren können. Auf diese Weise zustandegekommene unrückläufige Formung bezeichnen wir als Sammelformung (oder kumulative F.). Mit mechanischen Sammelformungen gehen Änderungen im Gefüge, z. B. Regelungen von Gefügeelementen, selektive Verformung von Teilgefügen, Änderungen des Porenvolumens, derart, daß sich damit anderes Festigkeitsverhalten verbindet und zu unrückläufigen Formungen führt. Bedingung wahrnehmbarer unrückläufiger Sammelformung ist genügend häufige Wiederholung von Teilakten wie sie mit und ohne menschliches Zutun — letzteres z. B. im Falle der Gezeiten und Erdbebenwellen — häufig ist. Summierbare Gefügeänderungen in getrennten Teilakten mechanischer Formung spielen in der Atmosphäre und Hydrosphäre keine Rolle; damit entfallen Sammelformungen.

In der Lithosphäre aber gibt es Bereiche, in welchen Sammelformungen eine Rolle spielen und auch durch Gefügeänderungen wahrnehmbar werden. Sammelformung ist also in der Lithosphäre morphologisch wirksam und das ist gegenüber der Hydrosphäre und Atmosphäre kennzeichnend. Sammelformungen sind in der Lithosphäre vor allem anzunehmen, wo es sich um Vorbereitung größerer Bewegungen und Formungen zur Erreichung eines neuen Gleichgewichts handelt. (Abgehen von Transporten in Gehängen unter Luft oder Wasser; isostatische Ausgleichstransporte; folgenweise Auslösung von Spannungen durch tektonische Formung.) Das Vorzugsgebiet für Sammelformungen ist die obere, also die heteromobile Zone der Lithosphäre.

Die experimentelle Kenntnis dynamischer Grundlagen für die Sammelformung entstammt technischen Erfahrungen, so in der Bodenmechanik bei wiederholter Beanspruchung (z. B. Rammen von Pfählen); in der Verwendung von Schlagbohrverfahren; in den Rüttelverfahren; in allen mit wiederholter Belastung und Entlastung arbeitenden Analysen von Festigkeitsverhalten. Verbinden sich solche Analysen mit der von seiten der Gefügekunde am längsten geforderten morphologischen Gefügeanalyse — was heute noch immer in einem viel zu geringen Teile zutrifft —, so ist davon die Theorie der Sammelformung zu erwarten.

Wir begegnen nun der Frage, ob sich der Begriff der Sammelformung auch für die Biosphäre derart definieren läßt, daß er unserem Vergleich der Sphären dient. Wir definieren als Sammelformung integrierbare Änderungen von Außen- oder Innengestalt vollzogen durch Teilakte, welche durch Zeiten getrennt sind, in welchen die Teilakte nicht direkt wirken, aber die ihnen zugeordneten Änderungen soweit erhalten bleiben, daß ihre Summierbarkeit nicht verschwindet. Solche Sammelformungen von Gestalt und Gefüge spielen z. B. als ,,Abnützung" von technischen Werkzeugen im weitesten Sinne und von Maschinen und Maschinenteilen im weitesten Sinne (als ,,Altern" und ,,Ermüden" von Werkstoffen), ferner als ,,Abnutzung", ,,Altern", ,,Ermüden" leiblicher Werkzeuge — auch Organ heißt Werkzeug — eine sehr große Rolle in der Biosphäre. Diese gestaltende Rolle für sich zu beachten, dient der Kennzeichnung der irdischen Biosphäre in ihren fundamentalen Zügen und dient mithin dem Vergleiche der Sphären untereinander. Man kann hier über die gleichnisweise, wenig verbindliche Erfassung solcher Grundzüge hinausgehen und durch geeignete Definitionen auf ihre Betonung als Grundzüge irdischer Gestaltung übergehen. Damit gewinnt man ohne Verluste die Läuterung und Erneuerung älterer — vielfach auch religiöser, also ,,verbindlicher" — Fassungen, welche vielleicht selbst durch Gebrauch eine gewisse Ermüdung erfahren haben. Dies ist ein Grundzug einer kulturellen Entwicklung, in welcher die Untergänge Neubelebungen sind, und damit wohl ein Grundzug des irdischen Lebens überhaupt.

Wenn man aber neben dieser Einschätzung allgemeinerer Betrachtung die irdische Morphologie durch engere Fragestellungen fördern will, so ergibt sich die Frage, ob neben den erwähnten Sammelformungen der ,,Abnützung" eine Kategorie von Sammelformungen in der Biosphäre besteht, welche man nicht als Abnützungen bezeichnen kann. Eine solche Kategorie ist z. B. gedanklich gegeben, wenn man die überwiegenden Fälle beachtet, in welchen die Abbildung der Vektorensymmetrie persistenter Felder nicht bei dauernd gleicher Stellung der Gestalt gegenüber diesen Vektoren erfolgt, sondern bei vielfach wechselnder, so daß nur das statistische Vorwalten einer definierten Stellung der Gestalt zu den Vektoren deren Abbildung bedingt. Als summierende Sammelformung mit Abbildung der statistisch meist begegneten Vektorensymmetrie zusammen mit dem Gedächtnis (Formbeharrung, Erbträgheit) über die Generationen hinweg, läßt sich z. B. die bilaterale Symmetrie mancher der Lebewesen ebenso wie die bilaterale Symmetrie tangentialer unlebendiger Transporte auf der Erde betrachten.

Unter rückläufiger Gestaltung ist hier das mehr oder weniger restlose, jedenfalls aber erkennbare Wiederauftreten eines Ausgangszustandes von Außengestalt oder Gefüge im Verlauf einer zeitlichen Abfolge in demselben Bereich verstanden. Da in dieser Abfolge eine Änderung der als Ausgangsgestalt genommenen Gestalt erfolgt, sind z. B. Fälle beharrender Gestalt mit Stoffwechsel (wie überströmte Schwellen) nicht mitbetrachtet. Die Fälle rückläufiger Gestaltung sind in schwingenden Bereichen von Hy und At von einer für diese Sphären bezeichnenden Häufigkeit und Wahrnehmbarkeit zu begegnen, z. B. als Wellen an Ort und Stelle, Gezeiten, Eigenschwingungen von Bereichen; in Bi als periodische Rückformungen im lebenden Individuum (z. B. Fortbewegung, Atemholen usw.) so verbreitet, wie es das übergeordnete Prinzip der zeitlichen Rhythmik auch in dieser Sphäre erwarten läßt. Was aber Li betrifft, so bedarf die erschöpfende Beantwortung der Frage nach der Rolle rückläufiger und nichtrückläufiger Gestaltung noch vieler Arbeit und es liefert gerade die Beachtung der unrückläufigen, tektonischen Formung ein besonders bezeichnendes Merkmal der Li gegenüber den anderen Sphären. Ein erster Überblick auf die Verhältnisse in Li ergibt etwa Folgendes.

Unter den gestaltenden (morphotropen), zeitrhythmischen Vorgängen in Li sind es vor allem die langperiodischen, welche Li gegenüber dem Vorwalten kürzerer Perioden in den anderen Sphären kennzeichnen. Die kurzperiodischen Vorgänge mit ganz oder teilweise rückläufigen, mechanischen Gestaltänderungen (Erdbeben und Gezeiten in Li) erscheinen heutiger Einsicht weit weniger gestaltend etwa gegenüber langperiodischen unrückläufigen, tektonischen Gestaltungen, an welchen sie mit ihrem unrückläufigen Anteil als Sammelformung beteiligt sein können (z. B. Scherungsbeben). Der gestaltende Charakter durch geologische Zeiten summierter mechanischer Formänderungen von kurzer Dauer und hoher Deformationsgeschwindigkeit, welche sprödes Verhalten begünstigt, ist übrigens derzeit noch hinsichtlich des Gefüges und der Außengestalt mehr angenommen als kritisch erfaßt und einkalkuliert. Innerhalb der kurzperiodischen Gestaltung, welche Li mit Hy und At gemeinsam ist, erkennt man die eben erwähnte unrückläufige neben der rückläufigen, mechanischen Gestaltung.

Unter den langperiodischen Gestaltungen in Li kann man zunächst kontinuumsmechanisch betrachtbare Formungen (I) unterscheiden von den Änderungen von Außengestalt, Gefüge und Volumen geologischer Körper durch Stofftransporte in den betrachteten Bereich und aus demselben (II). Zur ersten Gruppe (I) stellen wir die als „tektonische“ (außengestaltliche und petro-

tektonische) erfaßten Gestaltungen (1) und die säkularen Umformungen von Li durch Belastung und Entlastung (2). Für I 2 liegt die Annahme der Rückläufigkeit (ohne deutliche Erfassung der Gestalt) nahe, für I 1 kann die Unrückläufigkeit als Merkmal gelten. Wir kennen z. B. keine in den Ausgangszustand rückentfalteten Falten in Li.

Die Beispiele für I 1 sind durch die Arbeiten der Tektoniken bis in größte Bereiche gegeben. Zur Veranschaulichung von I 2 ist hinzuweisen auf Belastung durch erdtangentiale Transporte in Li, durch tangentiale und erdradiale Transporte von Sinkstoffen aus Hy und At (Schnee — Eis), durch Ergüsse von Schmelzen, Überschiebungen, sedimentäre Überlagerung, Überflutung. Entlastungen erfolgen in den Ausgangsgebieten der tangentialen Transporte (tektonisch; durch Abtrag der Sinkstoffe; durch Schwund der Eise).

Zur Veranschaulichung der Gruppe II ist unterscheidend hinzuweisen auf hydraulische Transporte (II 1) in Bereichen aus Gefügeelementen verschiedener Teilbeweglichkeit (Preßentmischung „Kelterung“ in teilweise flüssigen Gefügen, wie halberstarrte Schmelzen oder Gefüge mit Wasser, Öl, Gas). Der Abnahme des Volumens in einem Bereiche (Abwanderung) kann Volumenzunahme (Zuwanderung) im Nachbarbereiche mit Sperrausdehnung (Zunahme des tektonischen Porenvolumens) entsprechen.

Eine Gruppe II 2 würde sich in Li mit der Bestätigung korpuskularer Wanderungen größerer Reichweite ergeben. Über die Bedeutung von II für die Änderung von Außengestalt und Gefüge und deren Rückläufigkeit soll hier nichts gesagt sein. Die Gestaltung des Gefüges nach II 2 ist durch Mineralisierungen mit Stoffeinwanderung in den Bereich (nicht im Bereich) belegt.

Im Überblick über alle Sphären ergeben sich hinsichtlich der Rückläufigkeit der Gestaltungen folgende, besonders wichtige Punkte:

Die tektonischen Gestaltungen in Li werden vorwiegend nicht mechanisch rückgeformt, sondern abgetragen bei zentrifugaler, migmatisiert bis eingeschmolzen bei zentripetaler erdradialer Verlagerung.

In Hy und At werden stationäre Strömungsbilder nicht rückgeformt. Rückläufig sind in Li, Hy, At die Gestaltungen durch rückläufige Schwingungen.

Durch Ablagerung und Einlagerung (mit oder ohne Erstarrung) werden unrückläufige Gestalten deutlich: in Li (vulkanische Körper, Sedimente ohne Resedimentation), in Bi im Einzelleben. Beispiele rückläufiger Gestaltung finden sich: in Li (Anlagerungsgesteine mit

Resedimentation, Erstarrungsgesteine mit Wiederaufschmelzung), in Bi als Generationswechsel; in Hy und At häufig.

9. Stabilität und Instabilität des Gefüges.

Vertikale und tangentiale Verlagerung geologischer Körper. Änderung von Druck und Temperatur. Stabile und instabile Gravitationsgefüge mit Symmetrie.

Ein geologischer Körper oder der betrachtete Bereich eines solchen wird, wenn überhaupt, entweder im Erdradius verlagert (I) und dies geschieht mit (I 1) oder ohne (I 2) Teilbewegung im Gefüge. Oder er wird nicht im Erdradius verlagert (II) wiederum mit (II 1) oder ohne (II 2) Teilbewegung im Gefüge. Im Falle I steigt oder sinkt er als Ganzes (I 2) oder er strömt (I 1) aufwärts oder abwärts. Im Falle II erfolgt ebenfalls Blocktransport (II 2) oder Strömen (II 1). I und II kann am selben Körper mit zeitlicher Überlagerung oder ohne solche realisiert sein.

Sowohl im Falle I als im Falle II sind die nicht der Verlagerung, sondern der Formung an Ort und Stelle zugeordneten „Amplatzgefüge“ von den der Verlagerung zugeordneten Transportgefügen begrifflich und möglichst weitgehend praktisch (symmetrologische Betrachtung!) zu trennen.

Mit der Verlagerung I 1 tritt zu der Mobilisation des Gefüges durch unmittelbare Teilbewegung und deren reaktionenfördernde „Umrührwirkung“ noch die Änderung von Druck und Temperatur und damit die Instabilisierung von Kornarten und damit zunehmende „mittelbare“ Teilbewegung. Zunehmende Instabilität des Gefüges ist also u. a. mit Vorwalten des Weges im Erdradius und der Teilbewegung zu erwarten. Dies gilt für die erdradiale Komponente der Verlagerung auch bei Transporten mit horizontaler Komponente, während für Symmetriebetrachtungen Transporte schief zum Erdradius und solche im Erdradius zu trennen sind, weil erstere monokline Symmetrie mit vertikaler Symmetrieebene, letztere eine erdradiale Symmetrieachse ablesbar machen können.

Das Gesagte bezieht sich auf geologische Körper, also auf die Lithosphäre. In der Hydrosphäre und Atmosphäre sind Änderungen des Gefüges, abhängig von Druck und Temperatur, nicht kontrolliert (morphologisch), außer indirekt durch Änderung des physikalischen Verhaltens. In der Biosphäre spielen morphologische Änderungen von Gefüge und Außengestalt nach dem Diktat von Druck und Temperatur eine an lebenden Körpern lange beachtete Rolle, deren Studium durch die technische Auswertung des menschlichen Lebensraumes belebt ist.

Morphologischen Änderungen durch Druck und Temperatur entsprechen Symmetrien nur in Großbereichen (Anpassung an Tiefenstufen!).

Dagegen ergibt sich bei der zweiten Art stabiler und instabiler Gefüge durch Gravitation die vielfältige symmetrische Abbildung des Feldes und der Bewegungen in demselben, wie ausführlicher zu erörtern sein wird.

Wie sich die Massenanziehung durch die Erde auf die Gefüge geologischer Körper und ihrer Vorgänger im gleichen Raum auswirkt, das betrachten wir zunächst in seiner Abhängigkeit von zwei Inhomogenitäten: 1. von der Inhomogenität der Bereiche in bezug auf ihre Masse, 2. von der Inhomogenität der Bereiche in bezug auf ihre Teilbeweglichkeit.

Zu 1. Die Inhomogenität der Masse, als Verteilung der spezifischen Gewichte beschrieben, beschreibt die bestehenden Ungleichgewichte innerhalb eines betrachteten Bereiches von isostatisch schwimmenden und sinkenden Großbereichen bis ins tektonische Profil und bis in die mikroskopischen Bereiche der Entmischung und Anlagerung der mechanischen Komponente von werdenden Sedimentgesteinen und Schmelzgesteinen. Um diese Rolle der Masseninhomogenität in geologischen Körpern verschiedenster Größe, welche der Geophysiker, der Großtektoniker, der Gesteinskundler allzu getrennt betrachten, als eine einheitliche Rolle allen vor Augen zu halten, wäre es gut, alle geologischen Gefüge, welche als Ausgleich von Masseninhomogenitäten entstehen, genetisch mit einem gemeinsamen Namen zu bezeichnen, etwa als Gefüge der Massenstabilisierung (Gravitationsgefüge). Ihre entspannte oder noch unentspannte Tendenz („stabile“ und „unstabile“ Gefüge) ist die der Massenhomogenisierung und der Verminderung der Masseninhomogenität zugeordneter Ungleichgewichte (Spannungen). Die Zeit, in welcher sich die Massenungleichgewichte ausgleichen, die Arbeitsvorgänge dabei und die Bewegungsbilder des Ausgleichs ergeben die allgemeinsten Kennezeichnungen der irdischen Sphären gegeneinander. Eine Erdbeschreibung hat von diesen Kennzeichnungen ausgehend alle Sphären in bezug auf weitere allgemeine Begriffe zu vergleichen; solche Begriffe sind Singularität und Typisierbarkeit, Rückläufigkeit und Unrückläufigkeit, Wiederholbarkeit und Nichtwiederholbarkeit im tellurischen Ablauf u. a. m.

Die Langsamkeit der Abläufe für die menschliche Begegnung kennzeichnet die Gesteinshülle der Erde und ihre besondere Untersuchbarkeit durch für diesen Fall von Geologen gebildete Begriffe, aber auch besondere Schwierigkeiten der geologischen

Erkenntnis gegenüber der meteorologischen und ozeanographischen.

Zu 2. Die Inhomogenität der betrachteten Bereiche in bezug auf die Teilbewegungen (deren Geometrie und Arbeitsvorgänge) der mechanischen Formung entscheidet nicht nur darüber mit, daß neue Gefüge entstehen — z. B. ist Einsinken als mechanisches Eindringen von genügender Teilbeweglichkeit für das Ausweichen bedingt —, sondern darüber, welche geologischen Gefüge (aller Ausmaße) neu entstehen.

*

Von den Stabilisierungen (nach dem Diktat der Erdanziehung) sind zu unterscheiden die Instabilisierungen (z. B. zentrifugale Transporte durch Explosionen und Siedevorgänge, durch [sekundär] tektonische Ausweichebewegungen; durch Abtrag- und Anlagerungsvorgänge, Kelterungsvorgänge [Preßentmischungen]). Ferner sind von diesen zwei masseninstabilen Vorgängen gedanklich noch zu unterscheiden die massenstabilen Vorgänge.

Die radialen und die tangentialen Transporte, die radialen, schiefen und tangentialen Einengungen schaffen unmittelbare oder mittelbare Gravitationsgefüge.

10. Symmetrieaussagen.

Statistische Symmetrie. Symmetrie von Zeichnungen. Symmetrieanalyse durch A. V. A. Rhythmik und Symmetrie. Lesbarkeit der Symmetrien. Asymmetrie. Symmetriekonstante Formung. Raumrhythmische Abbildung von Zeitrhythmen. Zwei Gruppen von Symmetrien.

An homogenen, körnigen Gefügen (aus Körnern b) gewinnt man den Begriff der statistischen Symmetrie der Kornlagen in vorbildlicher Weise durch die Diagramme des Regelungszustandes in Bereich b_1. In einem, mehrere b_1 umfassenden Bereich b_2 werden diese b_1 als Gefügeelemene höherer Ordnung nach b wieder gekennzeichnet im Hinblick auf die statistische Homogenität und statistische Symmetrie ihrer Verteilung und Drehlage. Dies geht so weiter vom Korngefüge bis ins geologische Profil und in die großen Formelemente, wie orogene Zonen und Geosynklinen. Auf diesem ganzen Wege begegnen wir hinsichtlich der Gefügeelemente jeder Ordnung die Symmetrie (wie die Homogenität und Anisotropie) nur statistisch. Wir beschreiben jede wahrnehmbare Symmetrie der Gefüge aus den Gefügeelementen b, b_1 usw. 1. für sich, also getrennt das b-Gefüge, das b_1-Gefüge usw. und 2. statistisch, also keineswegs mit der Forderung, daß jedes einzelne Gefügeelement in seiner Drehlage dem statistischen Symmetrieelement entspricht. Nur so, indem wir durch statistische Betrachtung trotz der Aus-

nahmen die Regel sehen, indem wir Ausnahme und Regel statistisch objektiv kennzeichnen und uns nicht an Ausnahmen stoßen, können wir statistische Symmetrien wahrnehmen. Wenn man also z. B. beurteilen will, ob die Vorgänge in einem Großbereiche, z. B einem System aus Trögen und Ketten, symmetriekonstant verlaufen, so hat man dies durchzuführen 1. mit Definition des Großbereichs und 2. der Gefügeelemente, deren Drehlage und Ortslage die Symmetrie ergibt, 3. statistisch. Man wird also, um Mehrdeutigkeiten zu vermeiden, die Symmetrien wahrnehmbarer, homogener Teilbereiche einzeln kennzeichnen und dann im Großbereich miteinander konfrontieren. Es kann z. B. in einem Falle dieselbe Symmetrieebene überall in einer kristallinen Kette bis ins Korngefüge vorhanden sein, im anderen Falle trotz der rupturellen Zerlegung der Kette in Gefügeelemente b_n von Meterhunderten als Symmetrieebene des b_n-Gefüges statistisch wahrnehmbar sein und mit der Ebene quer zur Kette statistisch zusammenfallen.

Wird diese Ordnung der Betrachtungsweise eingehalten, so entsteht keine mehrdeutige Formulierung, wenn z. B. die beiden Ränder eines Orogens monokline Tangentialtransporte zeigen, aber das ganze Orogen nicht nur die vertikale Symmetrieebene E dieser Ränder, sondern eine zweite zu E senkrechte vertikale Symmetrieebene, also rhombische Symmetrie; wozu übrigens zu bemerken ist, daß die mehrfach übliche Bezeichnung von tangentialen Transporten mit der so wichtigen vertikalen Symmetrieebene E als „unsymmetrisch“ sachlich unrichtig ist.

Angaben über wahrnehmbare Symmetrien müssen gekennzeichnet werden:

1. als Angaben bezogen auf Außengestalt oder auf Gefüge oder auf beide;

2. bezogen auf definierte Bereiche und auf die Gefügeelemente, auf deren Verteilung oder Drehlage sich die ausgesagte Symmetrie bezieht (z. B. Gefügekorn, tektonisches Großelement);

3. gekennzeichnet durch ihre statistisch formulierte Deutlichkeit als „statistisch wahrnehmbar“, „deutlich“ usw.;

4. gekennzeichnet durch Symmetrieelemente oder Fastsymmetrieelemente, z. B. monokline Fastsymmetrie, rhombische Fastsymmetrie usw.

Über die Eigensymmetrie der einzelnen Teile einer als Ganzes symmetrischen Gestalt ist durch die Angabe der Symmetrie der ganzen Gestalt gar nichts ausgesagt. Z. B. ein als Bogen symmetrischer Gebirgsbogen kann entweder nur als Ganzgestalt symmetrisch sein oder symmetrisch in seinem Gefüge aus in sich unsymmetrischen oder symmetrischen Teilbereichen (Gefügeelementen)

oder in jedem seiner Teile eine bis ins Korngefüge, also Kleinbereiche, reichende Symmetrie besitzen usw. Man kann also von der Symmetrie irdischer Gestaltung nur in definierter Weise eindeutig sprechen, bei genügender Definition aber von den Symmetrien der größten irdischen Formen ebensogut wie von den Symmetrien eines Tümpelschlammes.

Stellt man sich die Aufgabe, alle auf der Erdoberfläche derzeit ablesbaren Symmetrien einschließlich der Symmetrie von wenig bekannten (z. B. nur in bezug auf den Verlauf von Gebirgsketten bekannten) Arealen in Übersicht zu bringen, so muß man sich dabei zunächst mit den Symmetrien geographischer Zeichnungen auf der Erdkugel begnügen, aber beachten, daß dies weit weniger Schlüsse auf Genetisches erlaubt als Gebiete, deren Symmetrie des Innenbaues des Gefüges, gegeben durch die interessierenden Daten (z. B. Lineare, Flächen usw.), gegeben ist. So wie dies nach dem Vorbild der Achsenverteilungsanalyse (A.V.A.) an Korngefügen eingeführt und auch in bezug auf definierte Lineare und Flächen an Arbeitsbeispielen durchgeführt ist. Immer handelt es sich um eine Darstellung von Drehlagen, welche in ihrem Geltungsort (bzw. -bereich) in einen Plan des untersuchten Areales (z. B. einer geologischen Karte) eingetragen werden. Solche Analysen liegen bis jetzt wenige vor. So kommen für eine erste Beachtung irgendwie lesbarer Symmetrien auch in Li die Verlaufe geologisch definierter Einheiten (z. B. Kettengebirge, Orogene, Geosynklinen, Becken, Tafelränder u. a.) zunächst nur als Zeichnungen in Betracht. Diesen Zeichnungen liegen in allen Sphären Gestalten mit charakteristischer Beharrung zugrunde, welche in Li am größten, in Bi am geringsten zu sein scheint. Diese Gestalten sind in Li kennzeichnenderweise persistent durch relativ starre Baue, in At und Hy persistent mit Stoffwechsel (z. B. Strömungen) gegeben. Dies kommt in rein morphologischen Symmetriebetrachtungen nicht zu Worte. Wohl aber für genetische, da der Fortbestand des Erzeugers der Symmetrie für At und Hy unmittelbar erwiesen ist, nicht aber für die träge Li. Es ist zu erwarten, daß das Gemeinsame in allen Sphären auf dem Wege der Physik weitergehend derart formuliert wird, daß sich die verschiedenen Verhalten in den Sphären als Grenzfälle ergeben und diese Formulierung an Stelle der scholastisch-qualitativen Einteilung in Sphären und deren Auswirkung in unserer Schul-Fachgliederung tritt. Diese Grenzverwischung ist für die rein symmetrologische Betrachtung bereits vollzogen, so daß solche Betrachtungen an sich mehr zur Abwertung der Sphärenteilung als zu deren Verschärfung beitragen, wenngleich dabei auch neue Charakteristiken der Sphären zu Worte kommen.

Im irdischen Gestalten und Geschehen sind Raumrhythmen, Zeitrhythmen und Symmetrien die Regel. Von deutlichen solchen Fällen kann die Betrachtung ausgehen. Die Betrachtung kann aber auch von den deutlich unrhythmischen und unsymmetrischen Fällen ausgehen und betrachten:

1. unperiodisch eintretende definierte Änderungen („Ereignisse");

2. arhythmische Gefüge;

3. asymmetrische Außengestalten und Gefüge.

Zu 1. Als unperiodisch kann uns eine definierte Änderung in der Zeit erscheinen aus einem der drei folgenden Gründe:

a) Weil das Ereignis in der von uns kontrollierbaren Zeitspanne so selten eintritt, daß wir keine Periode wahrnehmen können. Das Ereignis ist dann für uns nicht nachweislich periodisch, kann aber periodisch oder unperiodisch sein, z. B. ein Weltuntergang, das Auftreten eines „Geschöpfes", die Bildung einer singulären Erzlagerstätte usw.

b) Weil das Ereignis wegen Änderung der Umwelt, in der es eintritt, nicht mehr als „dasselbe" Ereignis erkennbar und zählbar ist, also unidentifizierbar wird, z. B. periodische interstellare Einwirkungen auf einen Stern in verschiedenen Entwicklungsstadien desselben.

c) Weil ein gleichartiges Ereignis in der von uns beobachteten Zeitspanne in genügend ungleichen Zeitabständen eintritt, z. B. manche Wetterlagen, manche Vulkanausbrüche, manche Überflutungen.

Nur im letzteren Falle (c) läßt sich wirkliche Unperiodizität behaupten und mathematisch kennzeichnen.

Zu 2. Von arhythmischem (nicht raumrhythmischem) Gefüge sprechen wir angesichts einer durch unerlaubt schwankende Raumabstände gekennzeichneten Verteilung einer definierten Inhomogenität.

Da wir räumliche und zeitliche Abstände einander im Versuche zuordnen können, denken wir angesichts von Raumrhythmen (z. B. bei Anlagerungen) an zeitrhythmische, periodische, die Inhomogenität erzeugende Änderungen. Dies ist ohne kritische Erörterung unzulässig, wie geologische Körper lehren (z. B. raumrhythmische Schichtung vulkanischer Fördermassen in unperiodischen Förderzeiten).

Zu 3. Asymmetrische Gestalten und Gefüge nennen wir solche ohne für uns noch (mindestens statistisch) lesbare Symmetrieelemente.

Man kann fallweise messend die Fälle zwischen deutlicher Periodizität und deutlicher Aperiodizität, zwischen deutlich raumrhythmischem und deutlich unrhythmischem Gefüge, zwischen deutlicher Symmetrie und Asymmetrie kennzeichnen. Aber die Fälle 1a und 1b, die genügend gleichen bzw. ungleichen Zeitabstände in 1c, die von uns zu „erlaubende" Schwankung der Raumabstände in 2 und die „Lesbarkeit" der Symmetrieelemente in 3 bringen zunächst ein subjektives Ermessen in die Beurteilung, ob man in undeutlichen Fällen nach einer Erklärung zu suchen oder diese Fälle als zufällige auszuschalten hat, wenn man von der reinen Beschreibung auf Genetisches übergehen will. Man stellt solche Fälle praktisch zurück und betrachtet von den deutlichen Fällen so viele, daß deren Typisierung gelingt. Dadurch nimmt die Lesbarkeit und Typisierbarkeit der undeutlichen Fälle und ihre Einordenbarkeit in die genetischen Fragestellungen zu. Dieser Weg führt z. B. im Falle der symmetrischen Korngefüge zu einer immer besseren Lesbarkeit undeutlicher Symmetrien, wenn unkritische Überdeutungen vermieden werden und die Anwendung mathematischer Hilfsmittel nicht unterlassen wird. Aus der Konfrontation undeutlicher Fälle mit typisierten (z. B. bei der Besetzung typischer Stellen der Lagenkugel bei der Einmessung von Korngefügen oder bei der Konfrontation einer undeutlichen, raumrhythmischen Sedimentabfolge mit einer deutlichen gleicher Art) kann man vielfach undeutliche Fälle noch lesbar machen und an den betreffenden Fragestellungen mitbeteiligen. Nicht aber kann man nur mathematisch im Einzelfall entscheiden, ob er als zufällig auszuschalten ist, z. B. angesichts einer Raumrhythmik von nur 2 Gliedern oder einer stark schwankenden oder einer schwachen Lagenkugelbesetzung.

Hieraus ergibt sich, daß man mit der Fragestellung von Aperiodizität, Arhythmie und Asymmetrie in den Gestaltungen und mit deren endgültiger Ausschließung aus der Diskussion der Genetik von Rhythmus und Symmetrie ebenso zurückhaltend sein muß als mit der Feststellung von Rhythmen und Symmetrien.

Das Zustandekommen unsymmetrischer „trikliner" Gefüge durch schiefe, in bezug auf kein Symmetrieelement „symmetriekonstante" Überprägung, wobei sich im selben Bereiche frühere, nicht gänzlich umgeprägte Anisotropien erhalten und mit späteren Anisotropien überlagern, ist an Beispielen durch Korngefügeanalysen aufgezeigt, ebenso ist eine Übersicht gegeben für verschiedene Überlagerungen von Symmetrien in geologischen Körpern (in Sander, Gefügekunde 1930 und 1948/50), für die Verminderung von Symmetrien und für hiebei mögliche Änderung der Symmetrie des Endzustandes; ebenso ist auf die große Bedeutung symmetrie-

konstanter Formungsabläufe hingewiesen und auf deren geringe Betonung in der technischen Formungslehre, in welcher der gewünschte Endzustand meist nur über symmetriekonstante Anisotropisierung des Gefüges erreicht wird und nur für diesen Fall, also ohne Externrotation des Körpers die experimentell gefundenen und diskutierten Daten gelten. Symmetriekonstante Formung durch ablesbare Überlagerung von zeitlich einander folgenden Prägungen und ihren Symmetrien ist nicht nur in der (technischen und wachsenden) Bi vertreten, sondern allenthalben auch in Li. Auch in dieser Hinsicht hat Li mehr Beharrungsvermögen, ein besseres Gedächtnis für empfangene Symmetrien als die leichter teilbeweglichen Sphären mit sofortiger Anpassung an ein neues, formendes Feld. Die Rotation von Bereichen mit Symmetriegedächtnis gegenüber Aussenkräften bzw. -feldern mit abbildbarer Symmetrie, welche in allen irdischen Sphären die Gestalter sind, als nichtsymmetriekonstante Formung ist die Bedingung für das Zustandekommen asymmetrischer irdischer Gefüge und Außengestalten innerhalb der Lithosphäre.

Von dieser Betrachtung zu trennen ist die Betrachtung der Symmetrie und der Asymmetrie der ganzen Sphären und der Erde als Ganzes. Diese Diskussion setzt vor allem die Beachtung astronomischer Daten im stellaren Großfelde voraus.

Das geologische Experiment mit einem Erdmodell (oder auch z. B. die Diskussion des Verhaltens eines Kreisels im Schwerefeld der Erde als Vorbild für das Verhalten der Erde selbst) müßte den Einfluß des Schwerefeldes der Erde kritisch mitbetrachten.

Wiederholung in unzufällig ähnlichen, räumlichen oder zeitlichen Abständen, also Rhythmus in Raum und Zeit, begegnen wir in allen Sphären als einen Grundzug irdischer Gestalten und Abläufe, also irdischer Gestaltung. Die mathematische Begriffsbildung, welche besonders die Ersetzung von „Rhythmus oder Arhythmus" durch eine Kennzeichnung des Grades der „Gleichheit" der Abstände, ihrer Streuung und ihrer Verteilung betrifft, findet man also von den Fachleuten aller Sphären gehandhabt.

Auch für einen Vergleich der Sphären ist es nützlich, den Begriff der Abbildbarkeit zeitlicher Rhythmen durch Raumrhythmen festzuhalten. Hiebei ergibt sich, daß die räumliche Abbildung auf verschiedene Arten erfolgen kann.

1. Entweder infolge desselben Beharrungsvermögens, welches die schwerer teilbeweglichen, geologischen Körper auch der Abbildung von Symmetrien gegenüber zeigen (wie bezüglich trikliner Gestaltung zu beachten war). Dieser Fall ist demgemäß besonders in der Lithosphäre vertreten (rhythmische Anlagerungsgefüge und rhythmische mechanische Formungen).

2. Oder die raumrhythmischen Gestalten sind persistent mit Stoffwechsel oder mit einer Beständigkeit von leicht beobachtbarer Dauer mit oder ohne Stoffwechsel. So, wenn wir manche Wolkentransporte in der Atmosphäre oder die Zeit-Raum-Rhythmen der Brandung, der Gezeiten, der Seiches in der Hydrosphäre begegnen.

3. Oder die die Zeitrhythmen abbildenden Gestalten sind solche mit Stoffwechsel, für welche ein so entscheidendes „Gedächtnis" (Beharrungsvermögen im Gestaltwandel) erkennbar wird, wie es die Generationswechsel mit oder ohne wechselnde Symmetrie in der Biosphäre aufweisen und auch die vom Erdfelde den Gebilden der Biosphäre diktierten Symmetrien dieser Sphäre überhaupt.

Raumrhythmische Gestaltung findet man in der Lithosphäre als Schichtung und als raumrhythmische, mechniasche Formung (Faltung, Zerscherung, Zerreißung); in beiden Fällen sehr oft als „Gefügerelief" mit flächiger und linearer Raumrhythmik, welche von den reliefbildenden Agenzien bloßgelegt wird.

Periodische Vorgänge wie Wellen führen in der Atmosphäre und Hydrosphäre zu rückläufigen, raumrhythmischen Gestalten von verschiedener Dauer und definierter Symmetrie.

Periodische Vorgänge führen auch in der Lithosphäre zu vielen raumrhythmischen Schichtungen. Die Biosphäre ist mit periodischen Vorgängen und mit den raumrhythmischen Gestaltungen der Entwicklung gleicher Individuen und des Generationswechsels vollkommen erfüllt. Raumrhythmik und Zeitrhythmik sind wie die Symmetrie als die allgemeinsten und gemeinsamsten, gestaltenden Prinzipe aller irdischen Sphären immer für die Zusammenschau der Gestaltungen festzuhalten. Auch die Beziehbarkeit der Rhythmen und Symmetrien auf rhythmische und symmetrische Felder gilt für alle Sphären. Diese unterscheiden sich voneinander nicht hinsichtlich der Existenz dieser Prinzipe, sondern nur hinsichtlich ihrer verschiedenen Auswirkung in den verschiedenen Sphären. Diese Auswirkung läßt sich kennzeichnen durch die Diskussion anderer Merkmale der Gestaltungen, wie u. a. Rückläufigkeit, Persistenz, analysierbare Überprägung der Gestalten. Aber eben diese Kennzeichnung setzt voraus, daß man die Wahrnehmung des Gemeinsamen in Rhythmik und Symmetrie lebhaft begegnet und nicht als eine Selbstverständlichkeit übergeht.

Faßt man alle primärsymmetrischen Bewegungsbilder als gestaltliche Gefüge, Korrelate zu symmetrischen, formenden Kräfteanordnungen zusammen zu einer großen Gruppe I, so sind an dieser Gruppe alle irdischen Sphären und jede Mobilität beteiligt. Faßt man die Gruppe als ganze ins Auge, so erkennt man in ihr die

Gesamtheit aller untereinander mehr oder weniger weitreichend verbundenen (voneinander abhängigen) Gefüge und den für die stellare Gestalt der Erde bezeichnendsten Anteil, wie immer das noch unbekannte Erdinnere beschaffen sein möge und ohne daß wir seine für alle irdischen Gestaltungen einigende und zentrale Rolle, schon durch die Schwere, übersehen. Davon, wie weit wir jene obengenannte Verbundenheit der Bewegungsbilder erkennen (innerhalb der Sphären und zwischen diesen), hängt es ab, wie weit man an Stelle alter, die Ganzheit der Sphären, ihre Verbundenheit personifizierenden Sphärengöttern unpersönliche physikalische Systeme begegnet oder ein einziges Wesen, dessen gestaltliches Abbild, vieles an unserer Gestalt ist, z. B. unsere Bilateralität. Die Frage der Ebenbildlichkeit unseres bewußten Daseins mit einer Gottheit ist damit noch nicht berührt. Die Verbundenheit der Biosphäre begegnen wir im zunehmend globalen Charakter von Wirtschaft, Verkehr, Kultur, Krieg usw.

Die morphologische Erfassung der Gruppe I macht eine Gruppe II erkennbar. Diese umfaßt die asymmetrischen und die nur sekundärsymmetrischen — nur durch belteropore Durchdringung symmetrischer Bereiche symmetrischen — Bewegungsbilder und Gestalten. Beispiele für Gruppe II sind molekulare Platztauschvorgänge summiert zu großen stofflichen Transporten, z. B. in der tieferen Lithosphäre. Die für Gruppe II gewählten Vergleiche, wenn man von invadierenden Ionenwolken oder von ölfleckartig sich ausbreitenden Granitisationen sprechen hört, sind bezeichnend, da sie höchstens belteropore sekundäre, abbildende Symmetrien zulassen, nicht aber Symmetrien mechanischer Deformation. An Gruppe II sind alle Sphären beteiligt mit erkennbaren Gestalten, vor allem die tiefere Lithosphäre, aber auch die Atmosphäre aus der das Bild der nichtströmenden, wenig symmetrischen „Wolke“ genommen ist, so wie das Bild der Welle aus der Hydrosphäre.

In der Biosphäre begegnet man neben sekundärsymmetrischen, technischen Bewegungsbildern großer Transporte nach der Wegsamkeit innerhalb aller Sphären und neben der Abbildung symmetrischer Vektoren in lebendigen Körpern auch die unsymmetrischen Gestaltungen der Gruppe II mit Bewegungsbildern, welche in der Sprache der kinetischen Gastheorie mit ihren statistischen Effekten, Druckausgleichen, Diffusionen usw. beschreiblich sind, nicht aber in der Sprache der mechanischen Formungslehre, so z. B. politische Mischungen und Entmischungen, wirtschaftliche und biologische Verdichtungen und Verdünnungen von Menschenmengen.

11. Genetische Arten der Symmetrie in den Sphären.

Abbildungssymmetrie zwischen morphologischem und funktionalem Gefüge. Sondersituation der geologischen Körper. Unzufällige Gleichgestaltungen in allen Sphären. Symmetriediktator Schwerefeld. Weg vom kleineren zum größeren Bereich. Kontinuumsmechanik und mittelbare Teilbewegung. Transporte direkt nach der Schwerkraft; nicht nach der Schwerkraft; in einem Träger. Genetische Mehrdeutigkeit gleichsymmetrischer Fälle. Beispiele aus den Sphären. Formung in erdradialen und in erdtangentialen Transporten und unabhängige von Erdkoordinaten. Beispiele für tellurische Symmetrie. Atmosphäre und ihre Mischfazies. Formungskoordinaten a, b (B), c an Gestalten aller Sphären. Automorphe, heteromorphe, abgebildete und tellurische Symmetrie. Übersicht dieser Symmetrien in den Sphären. Formgedächtnis der Sphären. Tellurische Symmetrie in der Biosphäre bilateral (monoklin) und wirtelig.

Schon die symmetrologische Betrachtung der Großformen in dem sogenannten Gasförmigen, Flüssigen und Festen der Erde, also in der „Atmosphäre", „Hydrosphäre" und „Lithosphäre", ja auch in der „Biosphäre" kann dazu führen, Gestaltungen mit gleicher Symmetrie einer gleichen Bedingheit dieser Symmetrietypen zuzuordnen; nämlich symmetrischen Feldern bzw. Gefügen von gestaltenden Richtungen, deren Symmetrie sich in den Gefügen abbildet. Ausgehend von den Gefügen geologischer Körper, in welchen — ungleich At und Hy, aber gleich den Verhältnissen in Bi — solche Symmetrien festgehalten, ja noch ablesbar einander überlagert begegnet werden, wurde der Begriff dieser Abbildungssymmetrie derart gefaßt, daß zwischen dem aus physikalischen Größen mit Richtungssinn bestehenden „funktionalen" Gefüge und dem gestaltlichen Gefüge unterschieden wurde. Hiebei umfaßt das gestaltliche Gefüge, z. B. eines Gesteins, alle überhaupt beobachtbaren, im Raume beschreiblichen Daten, gleichviel, bis zu welchem Grade sie schon physikalisch definiert sind. Das funktionale, aus definierten Größen bestehende Gefüge umfaßt die Systeme solcher Größen, von deren jeder eine Richtung und von deren System eine Symmetrie des Systems im betrachteten Bereich ausgesagt und mit der Symmetrie des gestaltlichen Gefüges konfrontiert werden kann. Hieher gehören unter anderen die mit Vektoren und Tensoren der Kontinuumsmechanik betrachteten Formungen; aber nicht nur diese, sondern auch die bereits bestehenden Anisotropien in einem Bereiche, in welchem ein neuer Vorgang, z. B. die Umkristallisation in einem anisotropen Gesteinsgefüge die Symmetrie jener Anisotropie übernehmen kann, was als „Abbildungskristallisation" bezeichnet wurde.

Die längere Fortdauer und dadurch ermöglichte leichtere Beschreiblichkeit der Anisotropie in geologischen Körpern, über welche

neue Gefügegestaltungen ergehen, erklärt unsere eben angeführte Unterscheidung und deren Zurücktreten in der Betrachtung der Gestaltung in At und Hy, wenn in diesen ein isotroper Ausgangszustand konfrontiert wird mit physikalischen Feldern. Es ist vielleicht noch zu bemerken, daß in Ermangelung eines kurzen Ausdrucks, welcher weiter als die Ausdrücke Tensor und Vektor jene gerichteten, abbildbaren, symmetrischen, gefügebildenden Einflüsse der „funktionalen Gefüge" bezeichnet, von mir in den betr. Darstellungen der Ausdruck „Vektorensymmetrie" ausdrücklich in einem weiteren Sinne definiert und benützt wurde; ähnlich wie ich den weiteren Ausdruck der Teilbewegung an Stelle der „Differentialbewegung" kleiner Teile setzen mußte, um die Bewegungen von Gefügeelementen bestimmter (oft sehr beträchtlicher Größe), im nichtkontinuierlichen Bewegungsbilde, geologischer Körper überhaupt beschreiben zu können. Beginn und Weiterbau unserer morphologischen Kenntnis des Gefüges geologischer Körper hängt daran, daß diese als Nichtkontinua aus definierten Gefügeelementen begegnet und daß manche enger definierte Termini der kontinuumsphysikalischen Betrachtung nicht mit der Schnellfertigkeit mancher geologischer Aufsätze gehandhabt werden.

Jenseits des Gesagten, welches nur kurz auf die Sonderlage der geologischen Körper hinweisen sollte, besteht aber der Hinweis auf die Wahrnehmung von typischen Bewegungsbildern gleicher Symmetrie in allen genannten irdischen Sphären — eine Wahrnehmung, welche man geradezu einer allgemeinen Erdbeschreibung voranstellen könnte — und der Hinweis auf die Aufgabe, jene Gleichheit durch eine umfassende Betrachtung zu überdachen oder aber ihre „Zufälligkeit" wirklich annehmbar zu machen. Da diese Annahme nur durch Versagen der ersteren Aufgabe begründbar wird, wird der Versuch nach einem gemeinsamen Nenner zunächst für die gleichen Symmetrien in den irdischen Sphären zu suchen unumgänglich.

Als Allgemeinstes in dieser Aufgabe wurde beachtet das Schwerefeld der Erde und ob Ortsänderung eines werdenden Gebildes in diesem Felde stattfindet oder nicht. Letzteres ergab Rotationssymmetrie, ersteres die monokline Symmetrie. Beide Symmetrien durchgreifen in Außengestalt und Gefüge alle Sphären in großen und kleinen Bereichen, welche wieder einander zuordenbar sind. Diese Betrachtung findet man in Sander „Gefügekunde" 1930 und 1948/50, ferner in Sander, Beziehungen der Gefügekunde usw., Centralblatt f. Min. 1931, Abt. A, Nr. 5, S. 146; sie soll im folgenden ausgebaut werden.

Auf solchen Wegen wurden zunächst abweichend von der nur großtektonischen Betrachtung zahlreiche Bewegungsbilder bis in

den mikroskopischen Bereich als Teilbewegungen zu den größeren Bewegungsbildern, weiterschreitend von kleineren zu größeren Bereichen, zusammengefaßt. Nicht aber wurde von einem angenommenen großen Bewegungsbilde mit seinen „gebirgsbildenden Kräften“ ausgegangen, da nur der Weg vom Kleineren zum Größeren eindeutig das Bewegungsbild der größeren Formen ergab. So z. B. kann man unter den als „Falten“ bezeichneten Gebilden verschiedene Arten mit ganz verchiedenen, typisierbaren Teilbewegungen unterscheiden. Und diese Unterscheidung ist notwendig, wenn man weiterhin von der sogenannten „Falte“ als Teilwebegung in einem noch größeren tektonischen Bilde (z. B. Profil) auf dieses übergehen und es in seinem Ablaufe kennzeichnen will, anstatt es schlecht definierten Kräften zuzuordnen, welche sich in der Schulgeologie oft so zweideutig wie die Götter verhalten, deren späte Maske solche „Kräfte“ sind.

Schon als Teilbewegung in den mechanisch geformten Gesteinen (Tektoniten) wurden morphologisch zweierlei Teilbewegungen unterschieden: Unmittelbare Teilbewegung, deren Ablauf der gebräuchlichen kontinuumsmechanischen Betrachtung zuordenbar ist und mittelbare Teilbewegung. Letztere erfolgt nicht kontinuumsmechanisch, sondern als Teilbewegung von Teilen atomarer Größenordnung. Auch sie ist aber am Resultat der Gestaltänderung des betrachteten Bereiches beteiligt (z. B. Blastomylonite) und in diesem Sinne als „mittelbare“ Teilbewegung zur Umformung des Ganzen bezeichnet.

Seither ist die Betrachtung auch der Fernwanderung kleinster Teile in geologischen Körpern weiterentwickelt worden. Ihren Wanderungen werden wesentliche geochemische Stofftransporte zugeordnet.

In dieser Sachlage soll hier ein neuer Versuch gemacht werden, die eingangs erwähnte Wahrnehmung gleicher Symmetrie von Gebilden aller irdischen Sphären als solche zu beleben und von da aus beizutragen, solche Gebilde auf einen gemeinsamen Nenner zu bringen. Dieser Versuch soll:

1. die erwähnte, gleiche morphologische Symmetrie als Beobachtung ausgestalten und als Idee festhalten;

2. durch eine kritische Übersicht des Zustandekommens von Symmetrien erörtern, ob und wie weit die gleichen Symmetrien in den Sphären gleichen Bedingtheiten zuordenbar sind;

3. neuerdings, wie dies in der Lehre von den Tektoniten geschah, vom Kleineren auf das Größere übergehen.

Letzteres heißt, daß nunmehr versucht werden soll, auch den Mikrophysiker zu interessieren am Versuche, die Symmetrien der

irdischen Sphären auf einen gemeinsamen Nenner zu bringen und diesen mit seinen Begriffsbildungen zu kennzeichnen. Punkt 3 setzt ein genügende Behandlung der Punkte 1 und 2 voraus.

Es besteht einerseits die Möglichkeit, daß gleiche Gestalten das Ergebnis von Abfolgen sind, für welche beim jeweiligen Stande der Abstraktion noch keine gemeinsame Formulierung besteht. Zugleich besteht der Antrieb, nach diesem Gemeinsamen zu suchen oder anders gesagt, die Gleichheit von Gestalten in diesem Sinne als unzufällig zu betrachten, wozu die klassische Physik seit je das Wesentliche beigetragen, aber z. B. in der Lithosphäre und Biosphäre (deren Technika ausgenommen) eben nicht mit den heutigen morphologischen Daten zusammengesehen hat.

Zunächst kann man Unterscheidungen treffen je nach der Art wie sich die Stoffe bewegen, an deren Anordnung als geologische und geochemische Körper wir die zu diskutierende Symmetrie wahrnehmen. Wir unterscheiden Transporte in einer Gestalt der Teile, welche der Schwerkraft direkt folgte als TS. Ferner Transporte in einer Gestalt, welche der Schwerkraft nicht dirket folgt als TA. Ferner Transporte in einem Träger des symmetrisch angeordneten Stoffes, welcher letztere, also nicht selbst seinen Weg und seine Symmetrie entscheidet, sondern mitgeht als TM.

In jeder der vier Sphären sind alle drei genannten Transportarten beteiligt, aber es ist zu beachten, in welcher Weise sie in jeder Sphäre am Zustandekommen der Symmetrietypen beteiligt sind.

Lithosphäre.

TS. Die ,,mechanische Komponente" der Anlagerungsgesteine und ihrer Vorgänger gestaltet primär, wenn sie genügend vorwaltet bei Anlagerung aus genügend strömungsfreiem Träger der anzulagernden Teile, Bereiche mit rotationssymmetrischem Gefüge. Dies geschieht bei Anlagerung aus Wasser, aus Luft und aus Vorstadien der Schmelzgesteine. Eine sehr große Zahl geschichteter, geologischer Körper mit dem Erdradius als D ∞ $\perp$ Schichtung gehört hieher; seien sie ,,Sedimente" oder Schmelzgesteine in geologischer Bezeichnung (karbonatische, silikatische Sande und Schlamme, Aschenregen und Schalendetritus aus ruhendem Medium, Frühkristalle aus Schmelzen u. a.). TS erzeugt aber nicht dieser Transportart zuordenbare Außengestalt-Symmetrie geologischer Körper, wo die Außengestalt von dem für die Füllung dargebotenen Raum vorgeschrieben ist.

TA. a) Die chemische Komponente der Anlagerung gestaltet, wenn sie genügend vorwaltet, Bereiche, deren Symmetrie des Gefüges und der Außengestalt von der Gestalt der Unterlage und von der Homogenität des Stoffträgers (Lösung, Gas, Schmelze) abhängt,

nicht aber von der Schwere. Die Symmetrie dieser zahlreich vertretenen geologischen Körper ist nicht unmittelbar auf das Schwerefeld beziehbar, sondern abbildend aus gestaltlich-symmetrischen Bereichen übernommen. Dabei können auch geschichtete, chemische Sedimente mit der Symmetrie mechanisch angelagerter entstehen (z. B. Rhythmite der Salzlagerstätten). Auch die Symmetrie jener Transporte, welche als mittelbare Teilbewegung in Tektoniten bekannt sind, ist sekundäre Abbildungssymmetrie im Anisotropen entstehender Teilgefüge, nicht aber Abbildung des Schwerefeldes. Beide Fälle sind also aus der Diskussion der primären Entstehung der Symmetrie auszuschalten, aber als Beispiel für die in dieser Diskussion gebotene Vorsicht zu beachten. Es ist, wie dieses Beispiel zeigt, möglich, daß gestaltlich gleichsymmetrische Fälle nicht gleiche Bedingungen erstmaliger Entstehung der Symmetrie bezeugen. Die große Bedeutung der Abbildungssymmetrie bei TA-Transport des den diskutierten, geologischen Körper oder ein Teilgefüge desselben bildenden Stoffes ist also zugleich zu beachten, und in der Frage nach der ersten Entstehung der Symmetrie sind diese geologischen Körper, z. B. chemische Anlagerungsgesteine, zu separieren.

b) Was die Ferntransporte unter TA angeht, so ist auch ihre Symmetrie zum Teil nicht unmittelbar auf das Schwerefeld der Erde zu beziehen, sondern auch Inhomogenitäten (Herde der Temperatur und des Chemismus) im Bau der Erde, welche von solchen Transporten abgebildet werden können und diesfalls wie in Punkt a in der Diskussion zu separieren sind. Zum Teil, nämlich in Bereichen, welche den Schalenbau der Erde als Inhomogenität umfassen — der selbst freilich meist auf die Massenanziehung bezogen wird — ist eine diesem Bau entsprechende, radiale Symmetrie der geochemischen Körper und die Übereinstimumng dieser Symmetrie mit dem zentrischen Schwerefeld der Erde zu erwarten, soweit dieses mit dem Schalenbau gleichsymmetrisch ist. Dem Schalenbau untergeordneter, geochemischer Ferntransport TA kleinerer Bereiche ist in der tieferen Lithosphäre mit oder ohne Strömungen zu erwarten und die Symmetrie solcher Bereiche ist anzunehmen, aber noch wenig durch beobachtbare, geologische Körper belegt.

Erfolgen Ferntransporte TA innerhalb anisotroper, geologischer Körper mit Gefügesymmetrie, so kann diese abgebildet werden oder nicht, was beides aus Kontakthöfen bekannt ist.

In beiden Fällen ist (wie unter a) die Symmetrie des geologischen Körpers nicht unmittelbar auf das Schwerefeld beziehbar.

TM. Das Mitgehen schwereempfindlicher oder nicht schwereempfindlicher Teile in einem Bewegungsbilde (Transport und Ein-

engung mit allen Graden von Teilbeweglichkeit und Raumstetigkeit der Formung), welches die Symmetrie des entstehenden geologischen Körpers diktiert, ist ein in der Lithosphäre verbreiteter Vorgang von ähnlicher Bedeutung für die irdische Gestaltung von Außengestalt und Gefüge wie TS.

Hieher gehören die Anlagerungen aus anisotropen Bereichen von strömenden, sedimentierenden Sinkstoffträgern; die paradiagenetischen, gerichteten Bewegungen in geologischen Körpern auf dem Wege zum „Gestein"; die Formungen, welche zu Bau und Gefüge in der Erdrinde mit ablesbarer Teilbewegung, von verschiedenster Raumstetigkeit (= Verhältnis der Teilgröße zur Größe der ganzen Form) führen.

Die Beteiligung dieser Gestaltungen an der Lithosphäre und ihre Bedeutung für deren symmetrologische Betrachtung erkennen wir als eine ähnliche, wie die von TS, schon wenn wir Bereiche noch ungestörter erdradial-symmetrisch geschichteter Gesteine neben Bau und Gefüge mechanisch (z. B. orogenetisch oder technisch) geformter Bereiche stellen. Beiderlei Bereiche, bekannt auch in ihrer verschiedenartigen Buchung irdischer Zeitteilung und -rhythmik, in ihrem bedingten Wechsel- und Zusammenspiele, ergeben auch die wesentlichen Typen symmetrologischer, irdischer Gestaltung, welche wir in allen Sphären, auch in der „lebendigen" Biosphäre — nach meiner Meinung auf eine gemeinsame Bedingtheit rückführbar —, begegnen.

Während aber die entscheidende Auswirkung der ungestörten Erdanziehung auf ruhende Bereiche zur Wirtelsymmetrie von TS führt, ergeben sich als wichtige Symmetrien für TM die monokline, rhombische und wirtelige. Diese Symmetrien von Außengestalten und Gefügen treten auf:

1. unmittelbar zugeordnet tangentialen Transporten und Einengungen in der Erdrinde (mit flachen oder steilen B-Achsen)

2. unmittelbar zugeordnet radialen Transporten in der Erdrinde (Höherteilbewegliches, wie Salze, Schmelzen u. a., wesentlich erdradial verlagert)

3. unmittelbar zugeordnet den Bereichen symmetriekonstanter, mechanischer Formung in beliebiger Drehlage zu den Erdkoordinaten, innerhalb größerer Gestaltungen (z. B. der Tektonik); kontinuumsmechanisch beschreiblich.

Die Symmetrien der mit TM geformten, geologischen Körper sind zum Teil Tangentialtransporten zugeordnet; damit der Einengung und damit mittelbar dem Schwerefelde der Erde und nicht mit ihm gleichsymmetrisch, sondern eben tangentialen Transporten in diesem Felde und damit einer niedrigeren, vor allem

der monoklinen Symmetrie zugeordnet. Auch diese Symmetrie ist ein Resultat der Bewegung im Schwerefeld und insoweit noch auf die Symmetrie dieses Feldes beziehbar, also „tellurische" Symmetrie. Symmetrie, Raumstetigkeit und Teilbeweglichkeit der in der „Lithosphäre" vorwaltenden geologischen Körper ergeben die hier verwendete Grundlage für eine Übersicht und Gliederung dieser Körper zunächst für die Frage nach der Rolle der Massenanziehung auf der Erde als Diktator primärer Symmetrien. Diese Gliederung überschneidet (nicht aber negiert) durch ihre Abstraktionen andere Gliederungen geologischer Körper. Gleiches gilt aber auch vom Verhältnis jener anderen Gliederungen zueinander, so daß ein geologischer Körper nur durch seine Einordnung in mehrere verschiedene Systeme heute kennzeichenbar, ja sogar räumlich abgrenzbar ist, z. B. durch die Einordnung in je ein System nach deskriptiven Merkmalen (petrographisch), genetischen Bedingungsgruppen (faziell) stratigraphischer Stellung, geochemischer Kennzeichnung, wie dies G. FISCHER schon lange betonte.

Zum andern Teil aber sind die Symmetrien geologischer Körper mit TM zugeordnet den Symmetrien mechanischer Formungsakte in vom Schwerefeld unabhängiger, beliebiger Drehlage zu diesem Felde. Sie übernehmen dann von der Symmetrie dieses Feldes entweder gar nichts oder es ergibt sich eine Überlagerung, so z. B. wenn B-Achsen in schräger Lage trikline Züge erhalten (vgl. „Gefügekunde" 1948, I. Bd. S. 133/34).

Betrachten wir die Symmetrien geologischer Körper mit TM in einer Übersicht der eben unterschiedenen Fälle 1–3, so ist Fall 3 für die Frage der Erzeugung primärer Symmetrie durch das Schwerefeld auszuschalten. Nach dieser Ausschaltung finden wir die Symmetrie der TM-Körper zugeordnet der Erdanziehung in Li (mit ganzer oder überlagerter und verminderter Symmetrie dieses Feldes im Falle nichtradialer Transporte) oder zugeordnet der Symmetrie der Bewegungen sedimentierender Bereiche in der Hydrosphäre und Atmosphäre, wobei die Symmetrie in beiden letzteren Sphären wesentlich dem Schwerefelde zugeordnete tellurische Symmetrie ist.

Trikline Symmetrie geologischer Körper in Außengestalt und Gefüge tritt auf bei nichtsymmetriekonstanter Überlagerung höher symmetrischer Formungen, also nicht einem „einzigen" Formungsakte zugeordnet, dessen bezeichnendstes Merkmal, ja Definition, eben die Symmetriekonstanz ist, auf welche die nichttrikline, höhere Symmetrie von Außengestalt und Gefüge weist.

Die TS-Tranporte schwereempfindlicher Partikel in At sind feste oder flüssige Sinkstoffe. Diese Sinkstoffe (Staube, Aschen,

Regen, Schnee, Hagel) bilden als Schwebestoffe vor ihrer Anlagerung und Eingliederung in Li und in Hy Körper, deren Symmetrie die Symmetrie des Schwerefeldes oder der transportierenden Strömung oder der Überlagerung beider ist, also wesentlich Wirtelsymmetrie und monokline Symmetrie, wie dies z. B. Bereiche in fallendem Regen oder Schnee mit und ohne Wind veranschaulichen. Solche Transporte bzw. Teilbereiche und ihre Symmetrien sind also, wenn man sie während des Transportes im strömenden Träger betrachtet, symmetrologisch neben die TM-Transporte der Li zu stellen; wenn man sie während des Absinkens aus ruhendem Träger betrachtet neben die TS-Transporte der Li. Im ersten Falle können sich die Symmetrie des Trägers und die Symmetrie des Schwerefeldes überlagern und es erscheint als Höchstsymmetrie des betrachteten Körpers die Symmetrie des Trägers; also nicht eine dem Schwerefeld unmittelbar zugeordnete.

Nichtsinkende Schwebestoffe (Nebel, Rauche) bilden Körper mit der Symmetrie ihres Trägers, welche sie als mitgehende Schlieren sichtbar machen.

An der damit kontrollierten Symmetrie des mitnehmenden Trägers, z. B. an der Symmetrie der Wolken, ist zu beachten, daß sich nicht nur die in Li begegneten Symmetrietypen wiederfinden, namentlich monokline und wirtelige, sondern auch die Beschreiblichkeit mit denselben Koordinaten der Bewegungsbilder (a, b, c, B) wie in den geologischen Körpern: (a b) als Fläche eines Großbereiches laminarer Strömung, B (b) als Achse allgemein zylindrischer Formung normal zur Strömungsrichtung a; also eine lineare Formung normal zur Symmetrieebene des monoklinen Bereiches; a ($\perp$ b) ist eine (ebenfalls oft als lineare Wolkenfahnen $\perp$ B sichtbare) zweite Lineare, welche die Stromfäden des Transportes sichtbar macht. Obgleich dieses im Vergleich mit gleichsymmetrischen Bildern tangentialer Transporte in Li kurzlebige Bewegungsbild in At, also in einer Sphäre ohne Lesbarkeit vorangegangener Formungen zustandekommt, kann man gelegentlich noch die beginnende Überlagerung des einen a-, b-, c-Bildes durch ein anderes auch an Gewölken beobachten.

Zu monoklinen Bildern führt auch das Überströmen von mechanisch-heterogenen Schwellen (z. B. Bergkämmen) durch Luftmassen, deren Feuchtigkeit an der kalten Schwelle als Nebel sichtbar wie eine örtliche Färbung die Symmetrie des (vergleichbar mit einem Wasserfall) durchströmten Bereiches sichtbar macht, also eine stationäre Gestalt mit Stoffwechsel.

Auf die in ihrer Symmetrie weitgehend B-achsialen Formungen der Lithosphäre entsprechenden Wirbel in der Atmo-

sphäre und Hydrosphäre wurde seit 1930 (Gefügekunde) hingewiesen. Dies ist erlaubt, wo man von Symmetrie spricht und auch noch für das Bewegungsbild seltener, wirklich nachweisbarer Falten mit durchrolltem oder gewickeltem Scharnier und für das Bewegungsbild nachweisbarer Rotationstektonite. Nicht aber wollen wir angesichts des heutigen Standes der Gefügeanalysen von Gebieten mit steilachsiger Tektonik solche Gebiete mit steilen B-Achsen als „Wirbel" bezeichnen und damit neben die Wirbel der Atmosphäre und Hydrosphäre stellen. Denn noch in keinem Falle steilachsiger Baue in der Lithosphäre ist die Rotation gegenüber der Umgebug und damit auch ein unerläßliches, rein kinematisches Kriterium eines Wirbels wirklich aufgezeigt. Wenn man also auch demgemäß bei der Konfrontation der B-achsialen Baue in der Lithosphäre und der Wirbel in der Atmosphäre und Hydrosphäre von der Bezeichnung jener Baue als Wirbel noch absieht, so bleibt die (in der Lithosphäre häufiger als in der Atmosphäre gleichendige) lineare Formung quer zur Symmetrieebene für die Gestaltung in der Lithosphäre, Atmosphäre und Hydrosphäre bestehen. Eine weitere Analogie zu den erörterten Verhältnissen in der Lithosphäre ergibt sich dadurch, daß auch in der Atmosphäre und in der Hydrosphäre symmetrische Formungen in beliebiger Drehlage zu den Erdkoordinaten, also analog den unter Punkt TM 3 erwähnten auftreten und damit ebenfalls der Symmetrie des Erdfeldes nicht zuordenbar sind und separiert werden, um den unmittelbaren Einfluß dieses Feldes auf die Symmetrie atmosphärischer Körper zu sehen. Dasselbe gilt von der Symmetrie der Außengestalt von Füllungen vorgegebener Räume (z. B. durch Kaltluftmassen in Becken, Talnebel, sedimentäre Füllungen) und für alle durch Abbildung einer anderen, bereits bestehenden Symmetrie zustandegekommenen, sekundären Symmetrien wie die früher erwähnten Schwebe- und Sinkstoffe in Strömungen, deren Symmetrie auch ohne diese Stoffe gegeben und, hinsichtlich ihrer Beziehbarkeit auf die Symmetrie der Erdanziehung, zu diskutieren ist.

In der Frage, welche Symmetrien irdischer Gestaltung unmittelbar auf das Schwerefeld der Erde beziehbar sind, separieren wir also nicht nur die unter TM 3 (in der Lithosphäre) genannten kontinuumsmechanisch betrachtbaren, symmetrischen Gestalten der Lithosphäre beliebiger Drehlage zu den Erdkoordinaten, sondern auch ihre Analogie in der Atmosphäre und Hydrosphäre (z. B. Wirbel mit beliebiger Drehlage).

Die (z. B. durch den Formungsakt) in beliebiger Drehlage zu den Erdkoordinaten entstandenen Symmetrien irdischer Gestaltung bezeichnen wir der Kürze halber als automorphe Symmetrien.

Als heteromorphe Symmetrien unterscheiden wir die durch Füllung vorgezeichneter Räume entstehenden. Abgebildete Symmetrien sind alle von der Anisotropie eines Vorgängers im betrachteten Raume übernommenen. Als tellurische Symmetrien sollen nur die auf die Symmetrie der Erdanziehung unmittelbar und restlos beziehbaren bezeichnet werden.

Es ist also zu untersuchen, welche Rolle diese unterschiedenen Symmetrien in den unterschiedenen irdischen Sphären spielen und vor allem, welche tellurischen Symmetrien den Sphären gemeinsam sind. Über diese Symmetrien in den Sphären gibt die Tabelle eine erste Übersicht:

	Primäre Symmetrien in Bereichen verschied. Größe		Sekundäre Symmetrien in Bereichen verschied. Größe		Teilbeweglichkeit Raumstetigkeit der Formungen
	Tellurische S.	Automorphe S.	Heteromorphe S.	Abgebildete S.	
Atmosphäre	+	+	+	–	hoch
Hydrosphäre	+	+	+	–	hoch
Lithosphäre	+	+	+	+	alle Grade
Biosphäre, lebendige und halblebendige Bereiche, technische Bereiche	+	+	+	+	alle Grade
Unter der Lithosphäre	+	wahrsch. +	wahrsch. –	wahrsch. –	wahrscheinlich hoch

Die tellurische Symmetrie ist in allen Sphären vertreten. Als wesentlich beziehbar auf stellare Bedingungen (Massenanziehung der Erde und des Mondes) ist diese Symmetrie ein frühester, andauerndster, unmittelbarer und (in Überlagerung mit anderen Symmetrien) mittelbarer Gestalter, mit den ebenfalls gestaltenden Inhomogenitäten des Erdfeldes auf die zentrische Anziehung beziehbar. Die Bedingtheit tellurischer Symmetrie ist im zeitlichen Ablauf menschlich betrachtet früher da als alle anderen irdischen Gestaltungen und kann diese überdauern. Man kann auch sagen, sie ist zeitloser als diese, wenn man damit auf ihre Entrücktheit aus unserer geschichtlichen Betrachtung gestaltender irdischer Abläufe hinweisen will. Wenn man dies zusammenschaut mit der Erfahrung, daß es ein Beharren erreichter Gestalt im „Unlebendigen“ und im „Lebendigen“, mit und ohne Fortdauer der erstmaligen Bedingun-

gen, gibt — „Gedächtnis“ oder „Trägheit“ der Gestalt —, so weitet sich der Blick für die Rolle der tellurischen Symmetrie; so wie ich dies, ausgehend von geologsichen Körpern (seit 1930), ganz allgemein anzuregen versucht habe.

Aber dieselbe oder eine noch weitergehende Entrücktheit aus der Spanne menschlich historisierender Betrachtung, gilt für das Zustandekommen der hier als automorph bezeichneten Symmetrien der von der Drehlage zu den Erdkoordinaten unabhängigen Formungen u. a. den technischen, kontinuumsmechanisch beschreiblichen, welche also nicht als tellurische Symmetrie zustandekommen. Sie spielen eine große Rolle in der Lithosphäre in sekundärtektonisch geformten Bereichen, wie sie von Heims Mechanismus der Gebirgsbildung bis zur Gefügeanalyse immer verständlicher wurden eben im Anschluß an die technisch gerichtete Mechanik.

Eben diese letztere ganz besonders ist die Grundlage für die Überfülle technischer, bewußt hergestellter automorpher Symmetrien in Bi. In dieser stehen sie als Gebautes mit automorphen — zuweilen wie im Siedlungsbau noch unvollkommen mit dem Erdfelde in Einklang gebrachten — Symmetrien neben Gewachsenem mit tellurischen Symmetrien.

Nach Separierung der abgebildeten und der heteromorphen Symmetrien sowie der „Packungssymmetrien“, deren Wahrnehmung (besonders bei Lebewesen und Technika in Bi) für die kritische Beurteilung der Rolle tellurischer Symmetrien ebenfalls nötig ist, ist noch darauf hinzuweisen, daß tellurische und automorphe Symmetrie einander in zweifacher Hinsicht genetisch nahe sind:

1. In beiden kommen zu Worte dieselben allgemeinen Prinzipien der Physik und dieselben morphologischen Erfahrungen betreffend die Abbildung der Symmetrie physikalischer Gegebenheiten (funktionaler Gefüge) in Gestalt und Gefüge.

2. In der Lithosphäre durchdringen und überlagern beiderlei Symmetrien einander derart, daß z. B. primäre direkt auf Gravitation beziehbare Tektonik und „sekundäre“ TA-Tektonik praktisch oft untrennbar sind. Dennoch aber läßt sich die tellurische Symmetrie der großen Formungen wahrnehmen und ebenso die automorphe Symmetrie von Teilbereichen im größeren Bewegungsbilde.

Als die heuristisch versprechendste Seite der Beachtung tellurischer Symmetrie erscheint mir die Deutung der Symmetrie irdischer Lebewesen in Bi als einer tellurischen. Hiebei kommt die Symmetrie mit einer singulären Drehachse D von verschiedener, durch Packungsaufgaben bedingter Zähigkeit und möglicher Ungleichendigkeit jenen Fällen zu, in welchen die Trägheit der Gestalt

und lange Dauer der Einwirkung zu Worte kommen an festsitzenden Lebewesen in einem Medium ohne stationäre Strömung von abbildbarer Intensität; oder an Lebewesen, deren vorwaltende Bewegung erdradial erfolgt, gleichviel ob sie mit dem Medium reibungslos flottieren oder nicht. Die monokline („bilaterale") Symmetrie kommt zu den Lebewesen, welche entweder in stationärer Strömung des Mediums festsitzen oder sich auf der Erde mit geologischer Dauer tangential bewegen. In diesem Falle ergibt sich eine vertikale Symmetrieebene. Diese zwei Fälle sind als die fundamentalen Fälle tellurischer Symmetrie an lebendigen und halblebendigen Bereichen von geologischer Ausbildungsdauer zu betrachten. Andere Fälle, wie z. B. die bilaterale Symmetrie horizontalwachsender Zweige, sind als Überlagerung des (polaren) Erdfeldes mit ganz anderen Feldern (Besonnung usw.) und mit Packungsaufgaben zu analysieren. Erst die Analyse vieler Einzelfälle und die Beachtung von Änderungen in der Einstellung zum Erdfelde (z. B. trikline Fische) in geologisch kurzen Zeiten können zu einer systematischen Symmetrologie der Lebewesen führen. Von dieser aus erscheint eine symmetrologische Betrachtung auch der historischen Abfolge und damit des „Abstammbaums" der Lebewesen erreichbar.

12. Areale und globale Symmetrie in den Sphären (Allgemeines).

Globale und areale Bewegungsbilder und Symmetrien. Digyrale Baue. Zurücktreten globaler Symmetrie in der Lithosphäre.

Man kann die einzelnen irdischen Sphären einander gegenüberstellen: 1. hinsichtlich der Vertretung globaler (über die ganze Erdkugel erstreckter) und arealer (auf ein kleineres Areal begrenzter) in sich zusammenhängender Bewegungsbilder; 2. hinsichtlich der Vertretung globaler und arealer Symmetrien.

Globale Bewegungsbilder sind für At und für Hy dargestellt und kontrolliert, für Li dagegen nur angenommen und umstritten als Polflucht und Westdrift der Kontinente und seinerzeit angenommen als Tendenzen zur kubischsymmetrischen Umformung. Es ist gerade das Zurücktreten oder Fehlen der Bewegungsbilder von ähnlich globalem Charakter wie in At und Hy, was Li den beiden gegenüber kennzeichnet. Dasselbe gilt hinsichtlich globaler und arealer Symmetrie. Hiebei ist zu beachten, daß At in sich geschlossener ist als Hy und Li, welche auf der zugänglichen Erdoberfläche einander durchgreifen. Dem entspricht der deutlicher ausgesprochene globale Charakter der Bewegungsbilder und Symmetrien in At schon gegenüber Hy.

Geringer wird der Unterschied zwischen den Sphären, wenn man die großen Areale arealer Bewgungsbilder und Symmetrien betrachtet. Auch in Li finden wir areale Bewegungsbilder sehr großer Ausmaße lesbar erhalten in den Zusammenhängen von Orogenen und Geosynklinen, in den Spuren zusammenhängender einzeitiger Grenzänderungen zwischen Festland und Meer, in den weiträumigen digyralen Bauen der Gebirge Ost-Asiens, wie sie kürzlich von J. S. LEE (Birrbal Sahni Memorial Volume Academia Sinica Peking) dargestellt wurden. Auch die Synchronisierung einzeitiger Faltungsepochen in der Darstellung STILLES weist gedanklich auf zusammenhängende, große Areale, auch wo nicht globale Bewegungsbilder in Li vorliegen; und desgleichen vieles, was einen berechtigen würde, vom gemeinsamen „Puls der Erde" zu reden. Aber man kann nicht sagen, daß ein gleich deutlich globaler Zusammenhang der Bewegungsbilder und eine globale Symmetrie der Gestalten bestehe, wie sie uns für die Atmosphäre und die Hydrosphäre beschrieben ist.

Man kann nun auch betreffend irgendwelche nicht näher definierte Zeichnungen auf der Erdkugel, unterschieden in einer ersten Übersicht, globale und areale Symmetrien, beachten, aber keine Diktatoren der Symmetrie daraus erschließen.

Areale Symmetrien können für sich beschrieben werden (so z. B. die arktische und die antarktische Kalotte). Sie können, zusammengeschaut, die Symmetrie eines größeren Areales, also eine Symmetrie höherer Ordnung, bis zur globalen Symmetrie ergeben (so z. B. die arktische und die antarktische Kalotte als Andeutung einer ungleichendigen Symmetrieachse des Globus).

Vielleicht ist das Korrelat für das Zurücktreten globaler Bewegungsbilder und Symmetrien in Li darin zu suchen, daß Li als formungsträgere und mithin zur Überlagerung von Gestaltungen geeignete Sphäre die verschiedenen Prägungen durch nichtsymmetriekonstante Symmetriediktatoren überlagert hat und damit mindersymmetrisch wurde; wobei vielleicht Änderungen in der stellaren Situation, in der Lage der Rotationsachse zur Lithosphäre, in der Lage möglicher Inhomogenitäten des Erdinneren in Frage kämen. Eine solche Überlagerung mit Minderung der globalen Symmetrie und schwererer Lesbarkeit eines globalen Bewegungsbildes käme in der einem Diktator rasch folgenden At und Hy nicht zu Worte.

13. Gestaltbildende Vorgänge in den Sphären und gemeinsame Symmetrien.

Umformung, Anlagerung, Einlagerung. Atmosphäre, Hydrosphäre, Lithosphäre. Von stofflicher und geologischer (u. a.) Benennung unabhängiger Gestaltungen in den Mischsphären. Beispiele.

Um eine Übersicht über die Sphären nach der in jeder Sphäre meistbeteiligten Teilbewegung bei ihren Gestaltungen zu bekommen, betrachten wir I die Kategorie mechanischer Umformung (von Außengestalt und Gefüge), II. die Kategorie der durch Anlagerung (Li, Bi) oder Einlagerung (Bi, Li) zustandekommenden Gestaltungen.

Das Wort Umformung weist hiebei schon auf die größere Persistenz des Systemes während der Formung nach I als während der Gestaltung nach II. Die wichtigsten Typen der Teilbewegung in den Mischfazies der Sphären sollen erst nach letzteren betrachtet werden.

Zu I. Die Typen der gestaltbildenden Teilbewegung für mechnische Umformung sind für die Sphären:

1. Atmosphäre.

Die Teilbewegung der Gefügeelemente erster Ordnung (Atome, Atomgruppen) in Gasen ist autonome Teilbewegung durch Wärme. An diskreten Gefügeelementen höherer Ordnung begegnen wir Schlieren sichtbar durch Schwebeteilchen (Staube, Nebel) oder durch andere optische Dichte. Die Kleinheit der sichtbaren Teilchen im Verhältnis zur Größe der beobachteten Gestalten und Umformungen bedingt größte Raumstetigkeit der Formungen. Die autonome Bewegung der Teilchen ist keine unmittelbare Teilbewegung im Bewegungsbilde des betrachteten Bereiches. Erst die Verlagerung gedanklich oder als Schlieren umgrenzter Bereiche (b), bestehend aus den autonom bewegten Gasmolekülen, ist als unmittelbare Teilbewegung zur Außengestaltung betrachtbar, welche von den autonomen Teil-Bewegungen der Gasmoleküle in statistischen Effekten (Diffusion, Konvektion) gestaltbildend überlagert werden kann. Die Teilbewegungen der Teile „b" erfolgen ohne Leitung gerichteten Druckes; es fehlen demgemäß alle auf Leitung gerichteten Druckes in weniger teilbeweglichen Gefügen rückführbaren Bewegungsbilder (so z. B. in Schlingen von Rauch in Sonne ohne Regel der Stauchfaltengröße u. a. m.). Die Teilbewegungen der Teile „b" erfolgen nach dem Diktat der Trägheit und des Ausgleichs allseitigen Druckes. Höchste Teilbeweglichkeit kleinster Teilchen ergibt als Bewegungsbild der mechanischen Deformation (bei nicht zu großer Deformationsgeschwindigkeit) das raumstetige, isomobile Bild des Strömens. Bei Überschreitung einer Grenze der Deformationsgeschwindigkeit ergeben sich raumunstetige Bewegungsbilder: Nicht mehr Teilbewegung kleiner Teile, sondern Trägheit größerer Bereiche entscheidet: unstetig gegeneinander verschobene, größere Bereiche ergeben gleiche Bewegungs-

bilder, wie wenn man die Teilbeweglichkeit der kleinen Teile auf anderem Wege (als durch Steigerung der Deformationsgeschwindigkeit) ausschaltet, z. B. durch andersartige Erhöhung der „Sprödigkeit“ eines Körpers.

In der derzeitigen, mechanischen Umformung der At spielen nur die hochteilbeweglichen, raumstetigen, strömenden Bewegungsbilder nicht zu großer Deformationsgeschwindigkeit eine Rolle, ausgenommen die spärlichen und schnellvergänglichen Bewegungsbilder durch explosive Volumänderungen (Vulkane, menschliche Technik).

Gegenüber der Geschwindigkeit und Weglänge in der autonomen (Wärme-) Bewegung der Teilchen verschwindet die Geschwindigkeit und Weglänge in der Relativbewegung gedachter, größerer Gefügeelemente gegeneinander und es gibt daher keine „Geschwindigkeitsregel der Teilbewegung“ wie in der Umformung körniger und tektonischer Gefüge. Es ist sozusagen alle Teilbewegung atomarer Gefügeelemente eine „mittelbare“ Inhomogenität und Anisotropie spielen eine Rolle in der Gestaltung größerer Bereiche der Atmosphäre (z. B. Bereiche mit Rippelwolken und Fahnen quer zu den Rippeln, ganz entsprechend den B-Achsen und Linearen in a bei den Gesteinen und Dünen in Li und den Längsachsen und Loten auf diesen in den Zügen der Wasserwellen).

2. Hydrosphäre.

Dem weitgehenden Zutreffen der für At aufgezählten Merkmale der Teilbewegung in Hy entspricht die weitgehend gleiche Gestaltung in beiden Sphären. Unterschiede sind: Volumkonstantere Formung der Flüssigkeiten; geringere autonome Wärmebewegung der Teilchen nur in der Reichweite ihrer Nahkräfte. Ferner sind kurzlebige insulare Überindividuen mit statistischer Regelung der Wassermoleküle anzunehmen, sind aber als Gefügeelemente in einem Bewegungsbilde meines Wissens noch nicht diskutiert. Ebenso ist Anisotropiesierung des Wassers durch definiert rasche Strömung möglich, aber nicht bekannt, da das Gefüge strömender Flüssigkeiten noch wenig dargestellt bzw. mir zugänglich ist.

3. Lithosphäre.

Eine Reihe von Unterschieden im gestaltenden Verhalten kennzeichnen die Lithosphäre gegenüber Atmosphäre und Hydrosphäre. Deren wichtigste sind noch einmal in Übersicht: vor allem ein weit stärkeres Vorwalten von Inhomogenität aller Bereichgrößen und Anisotropie aller Arten; ferner von reellen Gefügeelementen aller Größenordnungen; von Gefüge aus Teilgefügen; Ineinanderschach-

telungen; zeitliche Persistenz der Außengestalten und Gefüge, Langsamkeit der Veränderungen und damit bessere Beobachtbarkeit im Zeitquerschnitt, aber schwierigere Beobachtung der Abläufe; viel weitergehende gestaltliche Buchungen zeitlicher Abläufe mit und ohne Rhythmus; weitgehende Überlagerung von verschiedenen und ungleichzeitigen, Gefüge- und Außengestalt bildenden Vorgängen (reliktische Gefüge); symmetrologische Abbildung von Systemen gefügebildender, gerichteter Einflüsse; alle Grade der Raumstetigkeit und -unstetigkeit von Deformationen; alle Arten kontinuumsmechanisch betrachtbarer Deformationen; alle Arten von Teilbewegungen diskreter Teile; Geschwindigkeitsregel der Teilbewegung; alle Arten des Festigkeitsverhaltens bindiger und unbindiger Körper.

Schon der in der Lithosphäre verbreitetste Zustand des petrographischen Gefüges läßt fast alle obigen Merkmale im Dünnschliffbereich ($3-4\ cm^2$) finden und vielfach als von Größenausmaßen unabhängige erkennen.

Änderung der Dichte mit Druck und Temperatur ist in At ausgiebig, unmittelbar und mit schnellen Formungen an der Gestaltung beteiligt, in Hy ebenso, aber weniger ausgiebig, in Li anscheinend weit weniger ausgiebig und mit viel langsameren Formungen (Mineralfazies mit temperatur- und druckabhängigen Packungsdichten im „Volumgesetz" der Metamorphite), in geologischen Zeitspannen und vielfach nur mit hypothetischer Beteiligung an der Gestaltung. Auch treten in Li Volumänderungen durch Stoffeinwanderung und Stoffabwanderung, unter Umständen gestaltbildend, an geologischen Körpern auf (Quellungsvorgänge, Auflockerung bis zu Transporten von Lockermassen u. a.). Dies sind Änderungen mit einer gewissen Analogie zur Mischung und Entmischung in der hochteilbeweglichen, tiefen Li sowie in At und Hy.

Die Volumänderung während mechanischer Formung spielt ferner in Li eine gestaltbildende Rolle als unrückläufige Kompressibilität (z. B. Setzung) und als Volumzunahme durch Zunahme des „tektonischen Porenvolumens" bei tektonischer Auflockerung (Sperrausdehnung). Volumänderung während mechanischer Formung spielt eine Rolle auch in At, eine hier unbeachtliche Rolle in Hy. Angesichts vieler und eingreifender Verschiedenheiten der Li von At und Hy ist eine Konfrontation der Gestaltungen nötig, um sodann das Auftreten gleicher Gestalten in den Sphären auf eine gemeinsame Wurzel im wesentlichsten auf Symmetrien zurückzuführen und das Auftreten ungleicher Gestalten zu begründen.

Eine Übersicht der größten Bewegungsbilder ergibt folgendes:

1. Im großen Bewegungsbilde der Hy spielen Strömungen (Meeresströmungen, Flußnetze), also tangentiale Streifen mit Transport längs der Streifenrichtung eine ähnlich große Rolle wie im großen Bewegungsbilde der Li die tangentialen Streifen mit Transport und Einengung quer zur Streifenlänge.

2. Die Sonderstellung der Li in bezug auf globalen Charakter ihrer Symmetrie und ihres Bewegungsbildes wurde schon erörtert.

3. Die Koppelung der ozeanischen Oberflächenströmungen, also der reinen Tangentialtransporte mit aufsteigenden und absteigenden Transporten der Tiefe hat in dieser Formulierung ein Analogon in der Li nur insoferne, als wir dabei die Einschaltung schmelzflüssiger Massen und die hypothetischen Abwärtstransporte („Verschluckungszonen") mit der Gebirgsbildung mitbetrachten.

4. Da wir die Definition der B-Achse in Li (als Lot auf die Symmetrieebene der miteinandergehenden Einengungen und Tangentialtransporte) und der Richtung a als Lot auf B und als Richtung maximaler Einengung und des tektonischen Tangentialtransportes auch für Hy festhalten können, ergibt sich in Hy, dem Bewegungsbild der Oberflächenströmungen überlagert, das durch Winde der At erzeugte Bild der quer zur Wellenachse B, also in a (wie in Li) erfolgenden Tangentialtransporte. Dieses zweite, von den „Meeresströmungen" (siehe Punkt 1), in welchen ein B höchstens quer zur Transportrichtung auftreten kann, unterscheidbare Bewegungsbild ist hinsichtlich B und a dasselbe wie das der tektonischen Streifen der Lithosphäre. Es ist ferner hinsichtlich B und a und der Symmetrieebene $\perp$ B // a dasselbe wie das in Li ebenfalls dem Bewegungsbilde der At zugeordnete Bewegungsbild der Dünengefüge.

Wenn man von einem Tektonit mit nur unmittelbarer Teilbewegung ausgeht, so findet man bei diesem alle Teilbewegungen einer kontinuumsmechanischen Betrachtungsweise zuordenbar. Werden solche Formungen von Kristallisationen begleitet, so finden wir an der neuen Form beteiligt sowohl die unmittelbaren Teilbewegungen als nun auch mittelbare. Nehmen diese zu, so begegnen wir (z. B. in Blastomyloniten) Gefüge, welche allmählich immer weniger durch kontinuumsmechanische Betrachtungen von geleiteten Drucken zu betrachten sind. Mehr und mehr treten an deren Stelle Betrachtung hydraulischer Druckausgleiche als Formung im Hochteilbeweglichen und Beachtung von Diffusion, Kristallisation u. a. als mittelbare Teilbewegung. Wir gelangen so zu hochteilbeweglichen, aber bisweilen noch relativ starre Gefügeelemente enthaltenden Breien. Weiterhin schließlich zum zweiten Extremfall der restlos „schmelzflüssigen" geologischen Körper (1) und jener, in welchen alle Teilbewegungen Kristallisationen sind, ohne daß wir von „Schmelzen" sprechen, obgleich der Unterschied von Schmelzen

nur darin liegt, daß die atomaren Teilbewegungen langsamer vor sich gehen und mit mehrminder weitergehender Abbildungskristallisation vorhergehenden Gefüges (2). Sowohl Fall 2 (z. B. Ultrametamorphe) als die Breie und Fall 1 bilden höchstteilbewegliche, isomobile Bereiche, welche minderteilbewegliche intrudieren können.

4. Biosphäre.

So wie die Inhomogenität ist auch die Mannigfaltigkeit der Gestaltungen, der Umformungen, der Teilbewegungen in Bi fast unvergleichlich größer als in den anderen Sphären. Eben dadurch ist Bi gegenüber den anderen Sphären in erster Annäherung als Ganzes gekennzeichnet, aber nicht scharf abgegrenzt. Denn gerade auch die Mannigfaltigkeit der Mischfazies mit anderen Sphären ist selbst eine Kennzeichnung der Bi, welche nur innerhalb der anderen Sphären existiert. Die Bi läßt sich als Ganzes definieren als der Raum aller lebendigen und teilweise lebendigen (z. B. viele Böden und Gewässer) Gestaltungen und der von Lebewesen bedingten Gestaltungen im Unlebendigen; wobei festzuhalten ist, daß es sich im Fall der Bi um keine räumlich von den anderen Sphären abgrenzbare „Schale" handelt.

Die Gestaltungen im „Unlebendigen", vor allem die Gestaltungen durch tierische und menschliche Technik, vollzogen an der Li und Hy (biogene Komponente der Anlagerungsgesteine; direkte Eingriffe in Land-Wasser-Verteilungen; indirekte Änderungen der Böden, z. B. durch Verwüstung, Entwüstung, Entwässerung, Bewässerung; Eingriffe in die Atmosphäre durch letztere Änderungen oder direkte technische Eingriffe), verwischen ebenfalls die Grenzen und machen die Mischfazies Li-Bi und Hy-Bi mannigfaltiger als alle anderen Kombinationen.

Die technischen Gestaltungen in Bi sind zum Teil keine nur für Bi bezeichnenden, sondern ohne technisches Zutun auch in den anderen Sphären zu begegnen (Anlagerungen, mechanische Formungen, Strömungsbilder, natürliche und künstliche Entstehung von Werkstoffen), also unspezifisch für Bi; zum Teil aber spezifisch für Bi; dort wo sie als technische Konstruktionen in bezug auf inhomogenen Bau mit Organen für Energiehaushalt, Selbststeuerung und -kontrolle morphologisch immer mehr an „lebendige" Organismen angenähert werden; so z. B. indem es für solche Gebilde, z. B. eine thermochemische Anlage, schon ein individuelles Größenausmaß gibt, so daß sie ebensowenig wie Organismen proportional und geometrisch ähnlich vergrößert werden können.

Unabhängig von allen sonstigen Gleichheiten und Verschiedenheiten gestaltbildender Vorgänge in den verschiedenen Sphären, wie sie eben in einigen Beispielen übersichtlich gemacht wurden,

ist das Auftreten gleicher Symmetrien in den Sphären sowohl was die früher in Übersicht gebrachten genetischen Kategorien der Symmetrie betrifft als auch hinsichtlich der Art der Symmetrie. Diese ist vor allem Wirtelsymmetrie (1 S. Achse) und monokline Symmetrie (1 S. Ebene). Diese beiden sind auch unter den mechanischen Formungen als Wirtelsymmetrie und als monokline (bei externrotationellem, symmetriekonstantem Formungsverlauf) neben rhombischer Symmetrie vertreten und auf gleichsymmetrische Felder („Kräftesysteme“) bezogen.

14. Von Stoff und engerer fachlicher Benennung unabhängige Beispiele der Gestaltung in den Mischsphären.

1. In den Mischfazies zwischen Li und Hy finden wir je nach dem Volumverhältnis und der Verteilung von starr und flüssig im Gefüge die hydraulische und die Strömungs-Mechanik der Flüssigkeiten anwendbar für das Verständnis der geologischen Körper (trübe Ströme, vordiagenetische Feinschlamme, aktivierte Schwimmsande, wässerige Breie) oder die Mechanik der Festkörper mit Leitung gerichteter Drucke (subaquatische geologische Körper mit großem Porenvolumen durch Internabtrag oder Sperrausdehnung).

Die Unabhängigkeit der Gestaltung vom Stoff und seiner geologischen Benennung veranschaulicht ein Hinblick auf die weitgehende Analogie des Verhaltens in der Gestaltung, welche man erhält, wenn innerhalb der Lithosphäre anstelle des Wassers anderes, hochteilbewegliches Teilgefüge neben relativ starrem im Gefüge auftritt und man dem Ablauf einer solchen Formung Zeit läßt. In diesem Falle (schmelzflüssige Breie, Ultrametamorphe) ist überdies, so wie im Falle Wasser + Festkörper, Sperrausdehnung mit Ansaugen von Leichtbeweglichem in das tektonische Porenvolumen sowie Preßentmischung („Kelterung“) möglich (z. B. gestoppte Muren, teilweise geschmolzene Breie mit Preßentmischung?).

Das morphologische Verhalten und die Gestalt der Mischfazies flüssig-starr ist also unabhängig von der geologischen Einordnung und Benennung der Körper und deshalb nicht als ein spezielles Verhalten der geologischen Körper, sondern mit allgemein gültigen, physikalischen Grundlagen zu diskutieren.

2. Analoges gilt von den Mischfazies zwischen Li und At. Das System Luft + Eis (Eiswolken, Schneefälle, Hagel) gestaltet sich nach der Aeromechanik, im Falle der Staublawinen wie aktivierte Schwimmsande, im Falle der Grundlawinen nach der Festkörpermechanik (Auftreten von Scherflächen). Luft + mineralische Schwebe- und Sinkstoffe (Staube, Sande, Aschen) bewegen sich

aeromechnisch, trockene Gehängetransporte (z. B. trockene Bergstürze), zum Teil mit einer den Staublawinen ähnlichen Gestaltung (weitreichende Transporte und Brandungen an Hindernissen) zum Teil mit Scherflächen.

Es ist also die Analogie mit den Gestaltungen unter 1 zu beachten und wie in 1 die Unabhängigkeit der Gestaltung von geologischen und geographischen Kategorien.

3. Die Mischfazies Hy + At (Nebel, Wolken, Regen, Wasserhosen) gestalten sich nach der Aeromechanik.

4. Die Mischfazies Hy + Bi, durch die Meere, Seen und Flüsse mit Lebewesen große Räume füllend, gestalten sich zum Teil in Transporten nach der Hydromechanik, so wenn Lebewesen passiv verfrachtet werden (Plankton) oder aktiv Strömungen folgen, zum Teil aber bei autonomer Bewegung der Lebewesen nicht konform den Strömungen und unabhängig von der hydromechnischen Gestaltung der Wassermassen. Analoges gilt von den Mischfazies At + Bi (Vögel, Insekten, Menschen), soweit es sich um Tranporte handelt.

In beiden Fällen sind neben den Gestalten der Transporte die Gestaltungen jener Siedlungen und Baue und aller tierischen und menschlichen Technik zu beachten, welche von den Gestaltungen von Luft und Wasser unabhängig gestaltet sind.

Die von 1—4 erwähnten Gestaltungen sind mit Ausnahme mancher mechanisch verständlich, die Mischfazies mit Bi zum Teil nur biologisch. Letzteres gilt auch von den Mischfazies zwischen Li und Bi (viele Böden, besiedelte und verlassene Baue und Einbaue in Lebewesen, wie Skelette, Schalen, Zähne).

In allen Fällen ist aber die symmetrologische Gestaltung der Mischfazies zu beachten, da sie sehr oft zu Worte kommt.

15. Heterosphärische Abbildung verschiedener Art. Allgemeinste Beziehungen der Gesamtsphären zueinander.

Heterosphärische Abbildung erster und zweiter Art. Grenzflächengefüge zwischen den Sphären. Wechselseitige heterosphärische Abbildung (dritter Art).

Die gesamte bekannte Lithosphäre ist (gegenüber genügend großen Deformationsgeschwindigkeiten „relativ") erstarrt aus den teilbeweglicheren Sphären, und vor, während oder nach dieser „Erstarrung" mechanisch umgeformt. Dies gilt im großen von den Sedimenten, von den Schmelzgesteinen und von den Umkristallisierten. Die gefügekundliche Untersuchung kann heute jene Formungen vor, während oder nach der „Erstarrung" aus Merkmalen

des Korngefüges und durch die eindeutige Einordnung des Korngefüges in größere Bewegungsbilder feststellen. Diese größeren Bewegungbilder tragen nach ihrer Erstarrung in der Lithosphäre oft noch deutlich Merkmale ihrer Entstehung im Hochteilbeweglichen; so ist die vorkristalline und parakristalline Tektonik vieler Schmelzgesteine und Metamorphite schon vielfach bekannt, die Forschung nach vor- und paradiagenetischer Formung von Sedimenten ist mit geeigneten Mitteln begonnen. Von den teilbeweglicheren Sphären liefert Hy in ihren Mischfazies mit Li die meisten Sedimente; At liefert äolische Sedimente, Eise und Schnee; die Sphäre der teilbeweglicheren Tiefen liefert Schmelzgesteine und Umkristallisierte, auch in großen Gestaltungen. Alle diese Vorgänger erstarren zu Gesteinen, den typischesten (aber nicht einzigen) geologischen Körpern der Li, und können, wie gesagt, noch lesbar die Züge einer Umformung im höherteilbeweglicheren Zustande tragen, so z. B. die Schmelzgesteine in ihren schlierigen, raumstetigen Bauen als Plutonite oder Vulkanite; die halbverfestigten Transporte in Gehängen u. v. a. Mit dem fortlaufenden Stoffaustausch zwischen den Sphären durch Mischfaziesbildung — einem der Grundzüge im Geschehen der Gesamterde — sind also verbunden die aus anderen höherteilbeweglicheren Sphären ererbten, in der Lithosphäre erstarrten Bewegungsbilder. Diese trennen wir als heterosphärischen Bau von der in der bereits relativ starren Lithosphäre entstandenen Tektonik. Dadurch wird separiert, was (nämlich eben die heterosphärischen Bewegungsbilder) gar nicht in der erstarrten Lithosphäre entstanden ist (womit man sich Widersprüche in der Deutung, der „syntektonischen" Deformationen erspart), ferner wird registriert, welche Verbreitung heterosphärischer Bau in der Erdkruste hat. Aber noch wichtiger als solche Beziehungen ist sowohl für unsere Aufgabe einer allgemeinsten Übersicht irdischer Gestaltung als auch heuristisch die Tatsache heterosphärischer Bewegungbsilder als solche; sie regt z. B. an, nach paradiagenetischer Umformung mehr zu suchen als bisher, wofür man schon Merkmale und Methoden besitzt.

Daß heterosphärische Bewegungsbilder der Tiefe von der oberen Lithosphäre erkennbar übernommen werden, gehört in die Kategorie der Abbildung. Diese relikte heterosphärische Abbildung (I. Art) ist ein wesentlicher Zug, wenn wir den Weltkörper-Zustand unserer Erde aus genügender Distanz gestaltlich kennzeichnen wollen.

Ein zweiter typisierbarer Abbildungsvorgang, welchen man unterscheiden muß und als die syngenetische heterosphärische Abbildung II. Art bezeichnen kann, spielt sich in weiter Ver-

breitung ebenfalls als Abbildung eines von einer Sphäre vorgegebenen Bewegungsbildes in einer anderen Sphäre ab. Während aber im Falle I. Art die durch das Bewegungsbild in der ersten Sphäre schon fertig vorliegende Gestalt (z. B. eine „fluidale“ Tiefentektonik in der „Lithosphäre“) begegnet wird — in dieser Hinsicht ähnlich wie etwa ein reliktisches Gefüge im umkristallisierenden Korngefüge (z. B. durch Abbildungskristallisation) —, sind es im Falle II. Art die bestehenden Bewegungsbilder einer in diesem Zusammenhang aktiven, anderen Sphäre (z. B. eine Luftströmung der Atmosphäre), welche das gleichzeitig mit ihnen entstehende Bewegungsbild einer anderen, passiven Sphäre bestimmen; z. B. Dünengefüge der Lithosphäre unter jener Luftströmung oder eine winderzeugte Meeresströmung mit Querwellen unter jener Luftströmung. Auch diese Abbildung zweiter Art spielt sich in Mischfazies der Sphären ab, aber zwischen zwei verschiedenen unter den vier großen Sphären, in unserem Beispiel zwischen At und Li.

Wie die Abbildung I. Art sich in Mischfazies der Sphären abspielt — während der Erstarrung tritt Lithosphäre aus Gestein an Stelle der Schmelze mit ihrem Schlierenbau oder an Stelle vordiagenetisch deformierten Sedimentes mit noch hohem Wassergehalt —, so auch die Abbildung II. Art: aus der Mischfazies sandiger Wind wird die Düne und der Sandstein mit Dünengefüge (aktive At abgebildet auf passive Li); oder es entsteht symmetriegemäßes Schneegefüge aus flockenführendem Wind oder ein Deltasediment aus dem sinkstoffbeladenen Wasser des mündenden Flusses. Weit verbreitet sind die Abbildungen aktiver atmosphärischer und hydrosphärischer Bewegungsbilder durch Mischfazies mit der (passiven) Li. Die Abbildungen II. Art sind vorwiegend „Grenzflächengefüge“ an der Grenze zweier Sphären, da nur dort das Bewegungsbild einer (aktiven) Sphäre die andere (passive) Sphäre begegnet.

Die ungemein weite Verbreitung von Grenzflächengefügen an den Grenzen der Sphären ist neben der Abbildung I. und II. Art ebenfalls ein wesentlicher für die allgemeinste Kennzeichnung der Gesamtgestaltung der Erde als Weltkörper unentbehrlicher, morphologischer Zug höchster Ordnung. Um dies aus Distanz zu sehen und nun noch zugleich die verbreitetste Kategorie von Abbildung II. Art zu nennen, beachten wir, daß auch eine Abbildung des starren Reliefs der Li durch viele atmosphärische und hydrosphärische Bewegungsbilder und Gestalten erfolgt; aus den zahllosen Beispielen seien erwähnt Wassertransporte am Meeresboden und in Flußbetten, Lufttransporte über Schwellen (z. B. Föhn) und

im Relief (Talwinde). Diese dem Relief der Li zugeordneten und Züge desselben abbildenden Bewegungsbilder der At und Hy sind in ihrer Teilbeweglichkeit betrachtet nur ein Sonderfall (mit maximal verschiedener Teilbeweglichkeit) des weit darüber hinaus wirksamen Prinzipes der Relativbewegung (gegeneinander) von Bereichen verschiedener Teilbeweglichkeit, für sich ein Gestaltungsprinzip von größter irdischer Bedeutung vor und in den tektonischen Gestaltungen innerhalb der Li und bei ihrer Begegnung mit der Schmelzensphäre. Aber auch die mechanische Erosion und die Reliefgestaltung der Lithosphäre durch die mechanische Erosion finden wir (kinematisch und dynamisch) beschreiblich, ausgehend von jener Relativbewegung gegeneinander der Bereiche mit verschiedener Teilbeweglichkeit und mit Beachtung der örtlich auftretenden Symmetrien.

Die Abbildung des Lithosphärenreliefs in Luft und Wassergestalt ist aber als ein Fall neben der Abbildung II. Art zu erkennen. Während nämlich im allgemeinen Falle der Abbildung II. Art mehr oder weniger vollkommen ein Gefüge (also eine Innengestalt) der aktiven Sphäre abgebildet wird (z. B. die Symmetrie des dünenbauenden Windes), so kommt in unserem Sonderfall nicht das Gefüge (z. B. das tektonische Gefüge eines Bergkammes) zu Worte, sondern nur die Grenzfläche der aktiven, d. h. sowohl Gestalt als Gefüge der passiven Sphäre (z. B. eines Föhnwindes) diktierenden Gestalt. Es liegt also eine maximal unstetige Abgrenzung der Sphären vor und nicht eine syngenetische, heterosphärische Abbildung zwischen zwei Gefügen (wie Windgefüge über Wellengefüge), sondern eine heterosphärische Abbildung zwischen Relief und Grenzgefüge (z. B. Tal und Talwind). Am Relief ist syngenetisch mit dem passiven Gefüge nur das was davon durch die abtragende Tätigkeit des vom Relief bedingten Gefüges (Windgefüge, Fluß) erzeugt ist. Das Relief bedingt Gestalt und Gefüge der selbst (meist) erodierenden Strömung; dieses Strömungsgefüge bedingt, was am Relief durch Abtrag gleichzeitig weitergestaltet wird (das mit der erodierenden Strömung syngenetische Relief). Die wechselseitige, gestaltliche Entsprechung und Wirkung zwischen strömungsdiktierendem Ausgangsrelief, Strömungsgefüge konform zu Ausgangsrelief und syngenetischem Relief konform zu Strömung ist das allgemeinste, morphologische Prinzip der irdischen Reliefbildung durch Strömungen. Wegen dieser Sonderstellung wollen wir die dabei auftretenden Abbildungen III. Art oder wechselseitige, heterosphärische Abbildung bezeichnen. Die Scheidung der Vorgänge in aktive und passive wird dabei unterlassen.

16. Geochemische Gestalten in der Atmosphäre, Hydrosphäre, Biosphäre.

Geochemische Körper konform und nicht konform mit anderen Gestaltungen. Atmosphäre, Hydrosphäre, Biosphäre.

In der derzeitigen Gestaltung der Erde überlagern sich folgende zwei verschiedene, gestaltende Prinzipe.

1. Das geochemische Prinzip, in welchem das Miteinandergehen von Atomarten nach Atomeigenschaften (Gewicht, Volumen, Affinitäten) das statistische Endergebnis, die geochemischen Gestalten bestimmt.

2. Die Gestaltungen, in welchen nicht die Atomart, sondern anderes Verhalten entscheidet, zunächst über Zustände wie Gas, Flüssigkeit, Kristall, Kolloid, petrographisches Gefüge, dann über geologische, atmosphärische, hydrologische Körper und mitentscheidet über biologische Körper. Umstände, wie die Teilbewegungen im Gefüge, Gefügeelemente, Mobilität, Genität und Tropie in definierten Beziehungen und Bereichen u. a. m., all dies entscheidet über die irdischen Gestaltungen mit verschiedener Dauer in den genannten Daten (also z. B. im „Aggregatzustand") und in den Symmetrien der Außengestalten und Gefüge.

Man kann fragen, was sich derzeit über die Bewegungsbilder der Elemente bei deren Verteilungen und Transporten sagen läßt; wie weit die Verteilung und Transport der Elemente den von uns schon in Übersicht gebrachten Bewegungsbildern und Gestalten der Sphären und ihrer Mischfazies folgt (konforme, geochemische Gestaltung) oder nicht (unkonforme, geochemische Gestaltung). Wesentlich ist es, neben dieser Unterscheidung festzuhalten, daß man grundsätzlich genau so berechtigt ist, geochemische Gestaltungen, also Gestaltung und Bewegungsbild der Atomverteilungen, zu betrachten, wie Gestaltung und Bewegungsbild der zunächst am leichtesten wahrnehmbaren Zustände in den Sphären, also der geologischen Körper, der ozeanischen Körper und der atmosphärischen Körper, deren Bewegungsbilder wir in Übersicht gebracht haben. Ja, es ist vor allem nötig zu fragen, wodurch überhaupt diese Körper in den Sphären genügend scharf als Körper umgrenzbar sind um deren Gestalt und Bewegungsbild mit geochemischen Bereichen zu konfrontieren. Entspricht nämlich dieser Unterscheidbarkeit eine chemische Inhomogenität, so ist in solchen Fällen konforme, geochemische Gestaltung ohne weiteres gegeben.

Atmosphäre. In der Atmosphäre sind gestaltete und bewegte Körper unterscheidbar durch inhomogene Verteilung der Tem-

peratur, des Feuchtigkeitsgehaltes, des Druckes und des Bewegungszustandes (turbulent, laminar) selbst. In der unteren Atmosphäre sind die Transporte der Luftfeuchtigkeit und die Niederschläge zugleich konforme, geochemische Bewegungen von H. Die geochemischen Transporte von H_2O in der Atmosphäre sind Musterbilder von Mischfazies der Sphären, also von inter-sphärisch verlaufenden Bewegungen. Wasserdampf verläßt die Hydrosphäre und zum kleineren Teil die Lithosphäre (Vulkane). Er beteiligt sich, geochemisch gesehen, als H-reichere oft sichtbare Inhomogenität der Atmosphäre an deren nichtturbulenten und turbulenten Bewegungsbildern. Neben dieser konformen Beteiligung an bewegter Atmosphäre besteht ein diffundierendes nicht konformes Eintreten von Wasserdampf-H in die ruhende Atmosphäre mit dem u. U. durch Abbildungsvorgänge sekundärsymmetrischen an sich asymmetrischen Bewegungsbilde der Diffusion. Aus der Atmosphäre geht H an verschiedenen Phasen (besonders der Niederschläge) beteiligt in die Hy, Li und Bi. Auch wenn man in diesem mehrphasigen „Kreislauf" nur die Wege von H betrachtet, kann man nur in Einzelfällen, nicht aber im großen, von einem Kreislauf des H im Sinne der Gestalt eines in sich geschlossenen, wahrnehmbaren Zirkulationskörpers mit inhomogen höherem H-Gehalt sprechen.

Geochemische Körper, wie am Beispiele der H-Körper der Atmosphäre nun definiert, sind weit öfter nur indirekt, d. h. durch andere Körper — im obigen Beispiele der H-Körper durch H_2O-Körper — wahrnehmbar, als direkt. Dennoch sind sie begrifflich zu unterscheiden und es ist eine anzustrebende Kennzeichnung irdischer Gestaltung, wie weit sich die geochemischen Körper mit den überatomaren Körpern decken, welche wir in den Sphären, dem Stande unserer leiblichen und technischen Wahrnehmungsmittel entsprechend, unterscheiden und in ihren Bewegungsbildern betrachten. Die erste Aufgabe der Geochemie war es ja, geochemische Verteilungen — und damit auch was wir hier geochemische Körper nannten — unabhängig von ihrer Gebundenheit an überatomare Körper — z. B. an geologische Körper, an lebendige Körper — festzustellen.

Außer den H-Körpern durch Wasserdampf sind H-Körper durch Mischfazies zwischen At und fliegender Bi möglich, konform zu den Körpern der Bi. Ebenfalls diesen als Züge fliegender Tiere oft wahrnehmbaren Mischfazies konform treten in der Atmosphäre C-Körper und Körper anderer, biophiler Elemente auf; in den Mischfazies zwischen At und Li finden sich konform die Körper der lithophilen Elemente. Alle durch Mischfazies gegebenen,

geochemischen Körper sind durch die Körper der Mischfazies morphologisch bereits mitbeschrieben.

Geochemische Körper (namentlich C, S, aber auch verschiedene andere) werden der Atmosphäre diffundierend, turbulent oder in Schlieren von menschlichen Industrien, von Vulkanen (z. B. S) und aus dem Stoffwechsel der Biosphäre beigegeben.

Alle geochemischen Körper werden in der Troposphäre durch verdünnende Mischung ausgelöscht (homogene Zusammensetzung der Troposphäre). In der oberen At aber im Diffusionsgleichgewicht der mechanisch undurchbewegten Stratosphäre treten die großen geochemischen Körper wohl als sphärische Schalen auf.

Morphologisch ist also die Atmosphäre gekennzeichnet durch die Troposphäre mit ihren Bewegungsbildern und kurzlebigen, geochemischen Körpern und durch die darüber folgende Stratosphäre mit sphärisch geschichteten, geochemischen Schalen ohne (?) die Bewegungsbilder der Diffusion, Strömung oder Turbulenz, welche die Troposphäre kennzeichnen, aber mit geochemischen Körpern aus Ionen und Elektronen; worüber aber neue Ergebnisse abzuwarten sind.

Die atomaren Transporte in der pneumatolytischen Mischfazies der unteren Lithosphäre werden besser dieser zugerechnet. Rechnet man sie zur Atmosphäre, so ist hier zu bemerken, daß die Gestalt dieser geochemischen Körper höchstens eine sekundäre, belteropore, abbildende Symmetrie der durchwanderten Körper erwarten läßt.

Hydrosphäre. In Hy sind geochemische Körper und ihre Bewegungsbilder dadurch deutlich geworden, daß der Salzgehalt sich als besonders geeignet zur Analyse der ozeanischen Bewegungsbilder erwies, ferner durch das menschliche Interesse an den biosphärischen Mischfazies der Hydrosphäre (Fischerei), welche ihrerseits geochemischen Körpern (Salzgehalte, Sinkstoffgehalte, Planktongehalte) und ihren Bewegungen mehr oder weniger eindeutig, mittelbar oder unmittelbar zugeordnet sind. Da autonom bewegte biosphärische Mischfazies, welche nicht mittelbar strömenden geochemischen Körpern folgen und soweit submarine Vulkane im ganzen zurücktreten, ist es für das Ganze der Hy bezeichnend, daß in ihr die großen Bewegungsbilder geochemische Körper sind. Die überwiegende Mehrzahl der geochemischen Körper der Hydrosphäre ist konform den strömenden Bewegungsbildern, andere könnten strömungsfreie Stellen des submarinen Reliefs erfüllen.

Unter den Atomarten der geochemischen Körper in Hy spielen Na und Cl die erste Rolle, dann die biophilen Elemente der

biosphärischen und die lithophilen Elemente der lithosphärischen Mischfazies der Hy mit ihren Sink- und Schwebestoffen.

Die Gestalt geochemischer Körper in Bi ist vor allem an die Gestalt biologischer Einheiten gebunden, welche Grundstoffe sammeln und abgeben (Aufbau und Zerfall von Lebewesen, menschliche und tierische Technik). Demgemäß zeigt ein großer Teil der geochemischen Körper in Bi Symmetrien dieser Sphäre, wie sie im Aufbau der Lebewesen und ihrer Gruppierungen als Mischfazies mit anderen Sphären mitbedingt sind.

17. Geochemische und geologische Gliederung der Lithosphäre.

Beziehungen zwischen geochemischen und geologischen Körpern. Geologische und geochemische Differentiation der Erde in den Sphären.

In der Lithosphäre ist (wenigstens unter den Kontinenten) geochemischer Schalenbau nach der Schwere noch unterscheidbar. Wie in der Atmosphäre besteht also in der Lithosphäre geochemische Schichtung, welche als Anordnung nach der Schwere und als stellare Entmischung gedeutet ist. Der Schalenbau hat als solcher Areale mit Rotationssymmetrie; globale Kugelsymmetrie ist nicht nachgewiesen. Innerhalb dieses Schalenbaues aber gibt es einen „geologischen" Bau aus geologischen Körpern und einen geochemischen Bau aus geochemischen Körpern, beide decken sich weder begrifflich noch räumlich.

Der Geochemiker kann Bereiche zusammenfassen, auf deren Trennung als geologische Körper der Geologe Gewicht legt, z. B. Granit + Gneis + Quarzporphyr + Arkose; femische Ergüsse; Plutone und Metamorphite usw.

Ein geochemischer Großbau kann bestehen aus Körpern mit angenähert gleicher Analyse oder aus Bereichen, welche interessierende Atomarten gemeinsam haben. Damit fällt sehr viel von der geologischen Gliederung fort: die geochemische Gliederung folgt zwar Gesteinsgrenzen, aber nur jenen, welche zugleich chemische Grenzen sind. Eine eingehende, geochemische Kartierung gibt es noch nicht. Ein Einzelbeispiel für die Unterscheidung geochemischer und geologischer Körper ist das Folgende.

Unter den geologischen Systemen mit Abbau von „$-$R" und Aufbau von „$+$R" aus stofflichem Derivat von $-$R unterscheiden wir solche mit (1) und solche ohne (2) räumliche Berührung von $+$R und $-$R, ferner solche ohne (g) und solche mit (v) beachtlicher chemischer Verschiedenheit zwischen $+$R und $-$R. Unter diesen bilden die Systeme (1, g) Beispiele typisierbarer, geochemischer Körper aus geologischen Körpern, z. B. Kristallin mit seinen

Flyschen; Camgitareale (Ca, Mg, CO_3 Gesteine) mit ihren Peliten bis (sedimentären) Breccien. (2)(v) bildet typisierbare Paare von geochemischen Körpern aus geologischen Körpern, z. B. manche ihrem Lieferanten zuordenbare Seifen und die Residuallagerstätten.

Örtlich Metamorphe ohne chemische Änderung des Ganzen können einen geochemischen Körper bilden, dessen Anteil an Metamorphit und Nichtmetamorphit nur geologisch interessiert.

Zur genaueren Wahrnehmung der Beziehung zwischen geochemischen und geologischen Körpern in Li führt eine Übersicht der Vorgänge, welche geochemische und geologische Körper erzeugen.

I. Vorgänge, welche geologische Körper erzeugen (geologische Differentiation der Erde) ohne den Atombestand zu ändern (geochemisch inaktive geologische Differentiation). Wir unterscheiden also eine geochemisch aktive und eine geochemisch inaktive geologische Differentation und betrachten unter I die wichtigsten Vorgänge der letzteren.

II. Vorgänge, welche geochemische Körper erzeugen (geochemische Differentiation der Erde). Diese Vorgänge sind noch nicht immer als geologische Vorgänge in der Schulgeologie behandelt (z. B. stellare Entmischungen), und sie erzeugen oft (z. B. Pegmatite), aber nicht immer (z. B. Entgasung der Vulkane) Körper, welche derzeit als geologische angesprochen werden.

Zu I. Wichtige geochemische, weitgehend inaktive, geologische Differentiationen sind:

1. Geochemisch persistente Änderung geologischer Körper durch Druck und Temperatur; und zwar durch Änderung letzterer (chemisch persistente Metamorphite) oder ohne solche (chemisch persistente Diagenesen).

2. Geochemisch persistente Neubildung geologischer Körper durch Aufbau von Sedimenten aus Abbau-Derivaten (Beispiele s. o.).

3. Geochemisch persistente Vorgänge der mechanischen Formung; also die mechanischen Formungen ohne tektonisches Porenvolumen (in isomobilen Tiefen) oder mit Füllung des tektonischen Porenvolumens durch tektonische Entmischung innerhalb des betrachteten Bereiches.

4. Geochemisch persistente Zustandsänderungen durch Schmelzung und Kristallisation von Schmelzen.

Wichtige geologische Differentiationen mit typischen Gestaltungen (2, 3!) sind also geochemisch inaktiv (1, 3) oder sie können geochemisch inaktiv sein (2, 4). Ihre Gestaltungen können geochemischen Körpern konform sein.

Zu II. Die Vorgänge, welche geochemische Körper erzeugen — seien diese zugleich als geologische Körper unterschieden oder nicht — sind geochemische Verdünnungen und Verdichtungen (kurz geochemische Inhomogenisierungen) in Li durch intersphärische oder intrasphärische Transporte.

Es erfolgen Entmischungen und Anreicherungen durch folgende, wichtigste Vorgänge.

a) Differenzierung kristallisierender Schmelzen (magmatische Differenzierung, fraktionierte Kristallisation mit Entmischung); Diagenese mit Entmischung durch Setzung.

b) Wanderungen von Elementen in den Bereichen der großen, geologischen Metasomatosen (K, Na, Si, Fe, Mg).

c) Chemischer Abbau und Aufbau geologischer Körper mit chemischer Auslese (z. B. Salzlagerstätten; residuale Lagerstätten).

d) Mechanischer Abbau und Aufbau geologischer Körper mit mechanischer Auslese (Aufbereitung) (z. B. Seifen).

e) Geochemische Verdünnungen und Verdichtungen in Li durch Mitwirkung der Bi (Stoffwechsel der Bi mit oder ohne Kreislauf; technische Aufbaue und Abbaue in Li, z. B. Entnahme nutzbarer Stoffe durch Menschen, Tiere und Pflanzen).

Die Beziehungen der Vorgänge II zu geologischen Vorgängen werden nun durch Beispiele veranschaulicht und übersichtlich gemacht, wobei die geologische Kenntnis der Einzelvorgänge vorausgesetzt wird. Wir betrachten die Gestalt geochemischer Körper im Anschluß an den Vorgang ihrer Differenzierung.

Zu IIa und b. Die Entmischung von Schmelzen ergibt geochemische Körper, deren Gestalt durch folgende (angenommene) Vorgänge diktiert ist.

1. Entmischung nach der Schwere. Gestalt wie bei anderen mechanischen angelagerten Körpern in vielen Bereichen mit dem Erdradius als Symmetrieachse (oft polar).

2. Preßentmischung („Kelterung") teilweise fluidaler schon im Kornbereich heteromobiler Bereiche. Gestalt diktiert durch die tektonische Formung des „Breies", mit den Symmetrien von mechanischer Formung und Strömung in isomobilen Bereichen; intrusive Formen des Abgepreßten in heteromobilen Bereichen mit den Symmetrien von Strömungen. Mögliche Symmetrien: rotationssymmetrisch, rhombisch, monoklin.

3. Tektonische Formung nach der Entmischung mit den Symmetrien wie 2.

1, 2 und 3 ergeben also symmetrische geochemische Körper, gestaltet durch Vorgänge, welche alle auch ferne von der geschmolzenen und erstarrenden Lithosphäre am Werke sind und hier

wie dort symmetrische Gestalten (und Gefüge) erzeugen; mechanische Anlagerung aus Wasser und Luft, Setzungen unter Preßentmischung (z. B. Wasserverlust), mechanische Formung bis zur Strömung in hochteilbeweglicher Li und hier wie dort symmetrische Gestaltung.

4. Entmischung von Atomarten. Ob diese hiebei abwärts sinken oder aufwärts steigen, hängt ab von ihrem Eintreten in einen sinkenden oder steigenden Transporteur (chemische Verbindung, Kristall, unmischbare Schmelze, absiedende Gase, Restlösungen). Um den entstehenden geochemischen Körper zu verstehen, muß man unterscheiden, ob diffuse Wanderung von Atomarten (Ionen) ohne Transporteur oder mit Transporteur angenommen wird. Letzterenfalls sind die Bedingungen des Einsteigens in den Transporteur zu beachten. Diese Bedingungen sind solche der Molekülbildung, der Zustandsänderung (Kristallin, flüssig, gasförmig; Lösungsverhalten), des Raumbedarfs in Kristallgittern. Ein bekanntes Beispiel geben (Goldschmidt) die Atomarten, welche, weil zu klein (B, Be) oder zu groß (La, Th, U), in die kristallisierenden Gitter (Transporteure) nicht eintreten, eben dadurch bei fortschreitender Kristallisation residual in Lösungen und Gasen und mit diesen als Transporteuren trotz ihres hohen spezifischen Gewichtes (Th, U) in die obere Li wandern. Das ergibt die geochemische Kennzeichnung, z. B. pegmatitische oder hydrothermale Anreicherung; über die Gestalt des geochemischen Körpers aber entscheidet, gleichviel ob er sich als Lösung oder als Gas in Li bewegt, deren Wegsamkeit und Formung — nicht aber die geochemische Charakteristik (Gleichgestaltung chemisch verschiedener Pegmatite).

Die Gestaltung des Transporteurs und ihre Bedingtheit durch die Teilbeweglichkeit des Transporteurs — in unserem Beispiel der Pegmatite gegeben durch flüssigen oder gasförmigen Zustand — sowie durch die häufig symmetrisch-anisotrope Wegsamkeit der vom Transporteur durchwanderten Lithosphäre muß man betrachten, um die vom Geologen begegnete Gestalt der vom Geochemiker gekennzeichneten, geochemischen Körper zu verstehen. Alles Gestaltliche an den geochemisch als residuale Anreicherungen durch seltene Elemente gekennzeichneten, pegmatitischen und hydrothermalen Körpern ist ihren Atomarten nur mittelbar zugeordnet, unmittelbar aber der Permeabilität (in der durchwanderten Li), welche selbst dem belteroporen Gefüge der Lithosphäre, ihrer Mobilität und der Mobilität der Wanderstoffe zugeordnet ist. Dies veranschaulichen z. B. feinste pegmatitische Durchtränkungen bis hydrothermale Gänge in allen gestaltlichen

Spielarten, deren Gesamtheit eine dem Geologen vertraute gestaltliche Gruppe geochemischer Körper darstellt und sich mit morphologischen Begriffen und nur mit diesen anderen geologischen Körpern gegenüber klar kennzeichnen läßt, eben als die im Teilkörper (und im Schwarme) die belteroporen Anisotropien der invadierten bis intrudierten Li, deren spätere Schicksale und ihren eigenen Zustand abbildende Gruppe der pematisch-hydrothermalen Körper. Im morphologischen Überblick über die Li erkennen wir die geochemisch, durch seltene Atomarten gekennzeichneten pegmatisch-hydrothermalen Bereiche als Abbilder der von der geochemischen Charakteristik unabhängigen Gestaltungen der Li. Dementsprechend sind sie meist symmetrisch (z. B. lineare oder flächige Inhomogenitäten). Im Größtbereich ergibt sich eine den orogenen Streifen folgende Zuordnung und also Gestaltung der Gesamtheit von pegmatisch-hydrothermalen Bereichen, wie der von ihnen begleiteten Metasomatosen der granitischen Tiefen mit ihren Wanderungen von K und Na, also gekennzeichnet nicht durch seltene Atomarten, sondern durch Anreicherung häufiger. Ob sich die geochemischen Körper der tiefen granitischen „Fronten", alkalische und basische Körper, von den unterscheidbaren geologischen Körpern genügend abheben, um wandernde Ionenwolken gestaltlich (unkonform oder belteropor-konform) von einem vorgefundenen Bau zu trennen, bleibt hier offen.

Von allen durch fraktionierte Kristallisation entstehenden Differentiaten, also von derart entstandenen Körpern (Gabbro-Diorit-Granit), ist verschiedenartige Gestaltung theoretisch zu erwarten: 1. im isomobilen Bereiche ihrer Differenzierung, Schichtung nach dem spezifischen Gewicht und schlierig strömende Formung, also in manchen Teilbereichen wahrnehmbar symmetrische Gestaltungen von geochemischer Körpergestalt und Gefüge. Soweit die Feststellung solcher Gestaltungen gelingt, entscheidet sie darüber, ob wir Strömung in tiefster Lithosphäre wirklich kennen. 2. Bei Eintritt der Differentiate in die heteromobile Lithosphäre ergeben sich die bekannten, symmetrischen Gestalten der Intrusion im genaueren Sinne mit symmetrischem Eigengefüge der Einströmung und mit häufig symmetrisch belteroporer Gestaltung der Körper; also wieder schon in diesem Akte symmetrische Gestaltung der geochemischen Körper, welche weitere, symmetrische Prägungen durch tektonische Bewegungen erhalten kann, symmetriekonstant oder nicht. Letzterenfalls und durch das Einströmungsgefüge neben dem Eigengefüge der intrudierten Hülle ergeben sich vielfach zu begegnende, aber immer gefügeanalytisch zu kennzeichnende, unsymmetrische Bereiche,

z. B. „stock“-förmige Granite, Ergüsse in Reliefs. Die symmetrologische Betrachtung solcher Körper führt zum morphologischen und nur von da zum genetischen, d. h. geschichtlichen Verständnis.

Auch bei fallweiser Behandlung der Frage, welche (1) geochemischen Körper granitischer Tiefen nur durch fraktionierte Kristallisation eines gegebenen Ausgangskörpers aus homogener Schmelze entstanden seien und welche (2) durch eine bis zur deutlichen Erkennbarkeit geologischer Körper gehende Einbeziehung solcher Körper hinter sich haben, ist die morphologisch-symmetrologische Betrachtung am Platze. Wo bei solchen Entscheidungen zwischen (1) und (2) mineralogiscne und chemische Kennzeichnungen nicht zur Einigung führen, ist zu beachten, daß das einzige Maß für die Beteiligung von (2) die Wahrnehmbarkeit von Außengestalt und Gefüge bei der Schmelzung bereits im betrachteten Raum (den jetzt der diskutierte, geochemische Körper einnimmt) existierender, geologischer Körper ist. Von letzteren aber sind das am längsten Wahrnehmbare Symmetrien in Gestalt und Gefüge.

Zu IIc. Der chemische Abbau eines geologischen Körpers A erfolgt indem dessen (unter gegebenen, physikalisch-chemisch und geologisch typisierbaren) Bedingungen löslicher Anteil A′ den Bereich dieses Körpers verläßt. Dies bedeutet jedenfalls eine definierte, chemische Verschiedenheit von A und A′. Es sind folgende Fälle möglich:

1. A′ geht in eine andere Sphäre, in der es als geochemischer Körper nicht mehr wahrnehmbar ist, z. B. viele chemische Abbaue in die Hydrosphäre mit oder ohne residuales A.

2. A′ bildet einen geochemisch wahrnehmbaren, aber A nicht mehr zuordenbaren Körper, z. B. Ausfällungen in Hy ohne Kontrolle des Abbaugebietes.

3. A′ bildet einen geochemisch wahrnehmbaren Körper, welcher einem verbleibenden „Residual“ A räumlich zugeordnet ist, z. B. Zementationszonen der Erzlagerstätten unter den Oxydationszonen; Zementationen in Böden; lateralsekretorisch gefüllte Gangsysteme; viele metasomatische Zutransporte und Abtransporte in Lösung, ausgesagt von Bereichen geologischer Größe, wobei sich diese Transporte im Starrgerüste (Porenvolumen aller Größen bis kapillar) vollziehen; wandernde Petrolea.

Die nach (3) entstehenden, geochemischen Körper sind gestaltlich entweder auf den chemischen Anlagerungsvorgang und seine Symmetrie oder auf die Symmetrie des belteropor durchwanderten, geologischen Körpers beziehbar, was Außengestalt und Gefüge von A′ und A anlangt. Der chemische Abbau und Aufbau

geologischer Körper und geochemischer Körper ergibt im allgemeinen Körper mit deutbaren Symmetrien.

Zu IId. Der mechanische Abbau eines geologischen Körpers A erfolgt, indem der mechanische Detritus A′ im ursprünglichen Raume A (mit oder ohne restliches A) verbleibt (1) oder diesen Raum verläßt (2). Im Falle 1 (mechanische Zerlegung von A am Platz bis Eluvialia) kann jeder beachtliche, geochemische Unterschied zwischen A und A′ fehlen: Es entsteht kein neuer, geochemisch betonter Körper, wohl aber ein geologischer, z. B. eine tektonische Breccie oder ein eluvialer Granitgrus. Im Falle 2 wirkt die mechanische Aufbereitung in der Hydrosphäre oder Atmosphäre sehr oft auch chemisch und geochemisch auslesend: Es entstehen bei mechanischer Anlagerung von A′ geochemische Körper mit den typischen Symmetrien der mechanischen Anlagerung in ihrer Außengestalt (geschichtete, mechanische Sedimente, Füllung von Reliefs der Ozeane und Kontinente, Reliefs, welche selbst sehr oft Symmetrieeigenschaften (z. B. von streifenförmigen oder isometrischen Trögen) besitzen und auch in ihrem Gefüge (rotationssymmetrische Schichtung im ruhenden, monokline Dünengefüge im einsinnig strömenden, rhombische Dünengefüge im hin und wieder strömenden Medium). Es kann aber z. B. im Falle Flysch liefernder Areale aus Silikatgesteinen der geochemische Unterschied zwischen Lieferant und Flysch zu gering oder uninteressant sein für die Abgrenzung als geochemischer Körper.

Wir haben aber doch auch durch IId geochemische Körper mit gelegentlich wahrnehmbarer Symmetrie zu erwarten und sie daraufhin zu betrachten.

Zu IIe. Die qualitativ und quantitativ gekennzeichneten geochemischen Körper, welche in Li durch Bi zustandekommen, bilden einen kleinen Teil der überhaupt durch Mitwirkung der Bi entstehenden geologischen Körper. Die Hauptkategorien solcher geochemischer Körper sind: Die großen Anreicherungen von C als Kohlen und Bitumina, durchwegs gestaltlich Schichtgesteine mit den Symmetrien derselben in Gestalt und Gefüge, durch die mechanische Anlagerung, Setzung (rotationssymmetrische Bereiche zum Erdradius) und spätere, tektonische Formungen.

Die großen Anreicherungen von C als ölführende Horizonte belteropor verteilt mit der Gestalt und Symmetrie permeabler geologischer Körper und ihrer tektonischen Baue meist achsial, rhombisch oder monoklin (in Antiklinen).

Die großen Anreicherungen von Ca und Mg in den Kalken und Dolomiten gestaltlich mit den Symmetrien mechanisch angelagerter und tektonisch geformter Schichtgesteine (rotationssymmetrisch,

rhombisch, monoklin), auch Tröge des ozeanischen Reliefs füllende Gestaltungen, von den mechanisch angelagerten, detritischen Ca-Mg-Sedimenten, als geochemischer Körper nicht trennbar, auch nicht von den detritusliefernden Ca-Mg-Arealen. Die Bioherme Ca anreichernder Organismen rotationssymmetrische oder durch Küstenrelif bedingte monokline Gestaltungen. Anreicherungen von P, V, Mn in Sedimenten.

Die weitgehende Extraktion von Elementen aus nutzbaren Lagerstätten durch den Menschen führt nicht zur Bildung geochemischer Körper jener Elemente in Li, sondern zur Verdünnung jener Elemente und zu ihrer Abgabe an andere Sphären. Ebenso führen die technischen Eingriffe in das Relief zwar zur Bildung geologischer Körper (z. B. Konzentration und Anlagerung von Sinkstoffen), aber nicht zu nennenswerter Bildung von geochemischen Körpern.

Auch die unter IIe fallenden, geochemischen Körper sind symmetrisch.

In der Lithosphäre kommen also die geochemischen Körper geologischen Körpern konform oder deren Grenzen überschneidend vor. Im ersten Falle machen sie die Gestaltungen der geologisch definierten Körper mit. Im zweiten Falle ist die Gestalt wandernder, geochemischer Körper oft auf Wegsamkeiten in der Lithosphäre beziehbar, oft wenig bekannt. Durch die zunehmende Bedeutung geochemischer Körper auch der Isotope für die menschliche Handhabung ist zu erwarten, daß an Stelle von noch unkritischen Annahmen begründete treten, welche auch Aussagen über die Gestalt der von den Grenzen geologischer Körper und ihren Wegsamkeiten mehr oder weniger unabhängigen, die Li als Korpuskeln durch wandernden geochemischen Körper ermöglichen.

Geochemische Körper sind in allen Sphären Verteilungen von Elementen. Als solche sind sie entweder an die anderen Gestalten gebunden und bedürfen keiner eigenen morphologischen Betrachtung. Oder der zur Verteilung (Entmischung, Konzentration, Wanderung) und Umgrenzung des geochemischen Körpers führende Vorgang ist nicht konform zu anderen Gestaltungen und führt zu Gestalten, deren Symmetrie entweder von Bereichen aus dem Gefüge jener anderen Gestaltungen übernommen ist (z. B. Wanderungen nach der besseren Wegsamkeit, zentrische Gefüge, Gefüge chemischer oder mechanischer Anlagerung) oder tellurische Symmetrie, oder Asymmetrie.

Unter den Abstraktionen mit Hilfe derer die Gestaltungen der Erde betrachtet werden können, ist die geochemische Abstraktion eine besonders weitgehende. Sie entstand aus dem menschlichen

kurzfristigen Bedarf an Rohstoffen, welcher seinerseits der Gestaltung nicht viel intimer gegenübersteht als der Nahrungsbedarf eines Tieres. Es ist damit verständlich, daß die Förderung der Morphologie durch die Geochemie eine sehr gelegentliche ist, etwa so wie die Förderung der Botanik durch Pflanzenfresser.

II. Zur globalen und arealen Symmetrie der Lithosphäre.

18. Einzeitige und mehrzeitige Symmetrie.

Symmetrie der Erdoberflächen und (krustale) Symmetrie der Baue. Einzeitige und mehrzeitige Symmetrien und ihre Diktatoren. Daten synchronisierbar in einer Einzeit nicht „synchron". Begrenzte Synchronisierbarkeit von gestaltlichen Symmetrien und deren möglichen Erzeugern.

Bei der ersten Annäherung an die symmetrologische Betrachtung der Erde hat man zu unterscheiden, ob man die an der Kugeloberfläche ablesbaren Zeichnungen als Kugelschnitt durch einen Innenbau (Gefüge) betrachten will oder als Daten der Kugeloberfläche.

Hinsichtlich des ersten Falles entfällt sogleich der Fall eines Kugelschnittes durch ein homogenes Inneres der Gesamterde, welches von keiner Seite angenommen ist. Eine (wenig definierte!) Homogenität innerhalb tieferer Schalen ist angenommen. Diese tieferen, homogenen Schalen werden aber von der Erdoberfläche nicht geschnitten und ihre Existenz ist an der Erdoberfläche nicht morphologisch ablesbar.

Die Erdoberfläche ist geometrisch ein Schnitt durch die periphere Lithosphäre + Hydrosphäre. Dieser (auf der Lithosphäre besonders unruhig verlaufende) geometrische Schnitt ist kein Schnitt innerhalb eines für unsere weitere Fragestellung als persistent zu betrachtenden Gefüges, sondern die Oberfläche eines in einem bisher ununterbrochenen Gestaltwandel befindlichen Gefüges als dessen allgemeinste Kennzeichnung hier Rhythmen und Symmetrien gesehen werden.

Die Kenntnis der Tiefe, auch hinsichtlich der Frage, wie weit Rhythmen und Symmetrien eine Rolle spielen, reicht so weit, als sie der Gestaltwandel der obersten Sphäre an die Oberfläche bringt und so tief als die Bloßlegung und die physikalischen Abtastungen reichen.

Man kann für Symmetriebetrachtungen unterscheiden: 1. die Daten der Oberfläche als solche, rein superfizielle Daten; solche

sind die Verteilung von Festland und Wasser in der Oberfläche und die Gestalt der Oberfläche (Grenzfläche zwischen Lithosphäre und Atmosphäre und Grenzfläche zwischen Lithosphäre und Hydrosphäre); 2. die Daten der zugänglichen Tiefe als krustale Gefügedaten. Solche sind Gestalt, Ortslage und Drehlage geologischer Körper, bezogen auf die Erdkoordinaten. Genetisch sind dies auch in den größten Gestalten Gestaltungen erstens durch typisierte mechanische Formung; zweitens durch Begegnung von Bereichen verschiedener Teilbewegung; drittens durch Anlagerung. Diese drei begleiten einander in typisierbarer, unzufälliger Weise wie u. a. in orogenen Bereichen mit Schmelzen (eins und zwei), in geosynklinalen Bereichen (eins, zwei und drei).

Für die Diskussion der Symmetrie der Gesamterde sind also superfizielle und krustale Daten unterschieden. Von diesen werden nur solche zu beachten sein, deren Verbreitung und Größe auf der Erde genügen, um nicht nur Symmetrie oder Asymmetrie einzelner Bereiche, sondern auch der Erde als Ganzes erkennen zu lassen. Denn die hier vorliegende Frage ist, was sich aus genügend lesbaren und genügend globalen Daten superfizieller oder krustaler Art bezüglich der Symmetrie bzw. Asymmetrie der Erde und auf der Erde ablesen läßt. Schon die Lesbarkeit der rein geometrischen Symmetrie enthält ein subjektives Ermessen. Es gibt Betrachter, welche an typisierbaren, monoklinen Korngefügediagrammen mit triklinen Zügen oder auch an tierischen, monoklinen Körpern diesen monoklinen Symmetrietypus wegen trikliner Züge nicht diskutieren und er gibt andere Extremisten, welche auf Grund einer einzigen, einigermaßen lesbaren Trigyre eine kubische Symmetrie (kristallographisch gesagt) der Erde diskutieren. Da die genetische Betrachtung der Symmetrie der Erde noch weit subjektiver ist als die geometrische, so sind auch diese beiden zu unterscheiden.

Insbesonders aber ist für genetische Betrachtung, für die Frage nach dem Diktator globaler Symmetrie oder Asymmetrie zu unterscheiden, ob bei Feststellung der geometrischen Symmetrie alle Daten mit Gültigkeit in verschiedenen Zeitaltern nebeneinander betrachtet werden (mehrzeitige Symmetrie) oder nur die jeweils geologisch einzeitigen Daten, welche (ohne physikalisch „gleichzeitig" sein zu müssen) in eine heute nicht mehr gliederbare Zeitspanne fallen (einzeitige Symmetrie). Ein Hinblick auf die gegenwärtige Hydrosphäre und Atmosphäre und deren synoptische Darstellungen zeigt sogleich, daß wir die schon physikalischer Gleichzeitigkeit nahekommende Einzeitlichkeit sogenannter „gleichzeitiger" Daten für die geologische Vergangenheit der Lithosphäre

nicht besitzen, wenngleich die Lithosphäre die größte zeitliche Buchung gestaltender irdischer Ereignisse überhaupt enthält.

Auch eine einzeitige Symmetrie der Erde ist nur mit großen Zeitmaßen für vergangene Zeitalter beschreiblich. Und da die Daten bei geforderter Einzeitigkeit spärlicher werden, wird die Lesbarkeit solcher Symmetrien gering. Die superfiziellen Daten der Gegenwart werden hier aber auch in der Lithosphäre als gleichzeitig betrachtet.

Was ist der Unterschied einzeitiger und mehrzeitiger Symmetrie für die genetische Betrachtung?

1. Einzeitige Symmetrie ist auf einen, irgendwann in der betreffenden Einzeit gestaltenden, „einzeitigen" Diktator beziehbar.

2. Mehrzeitige Symmetrie sagt nicht eindeutig aus, ob ein bestimmter, symmetriesierender Diktator mehrzeitig bestanden habe — die eine Möglichkeit — oder ob nicht z. B. aufeinanderfolgende Diktatoren eine vorgefundene Symmetrie ungeändert ließen.

3. Mehrzeitige Asymmetrie sagt nicht eindeutig aus, ob überhaupt nie ein symmetriesierender Diktator bestanden habe oder ob, wie das für die Gefüge geologischer Körper diskutiert wurde, die zeitliche Folge mehrerer symmetriesierender Diktatoren ihre Effekte bis zur Asymmetrie überlagert haben.

Es ergibt sich also die besondere Wichtigkeit der Beachtung einzeitiger Symmetriedaten, bei großer Erschwerung ihrer Lesbarkeit, abgesehen von den superfiziellen („geographischen") Daten der Gegenwart, auf welche mithin besonders Gewicht zu legen ist. Zu Punkt 2 ist zu beachten, daß es eben doch eindeutig einen entscheidenden Symmetriediktator gibt, auf welchen die mehrzeitige Symmetrie weist, ohne dessen derzeitiges Bestehen zu garantieren.

Im Hinblick auf andere Planeten erscheint die geringe Symmetrie bzw. die Asymmetrie der Erde gegenüber der häufigeren höheren Symmetrie als der seltene erklärungsbedürftige Fall und als solcher eine sehr wertvolle Aussage. Sie wäre als eine Privataussage der Erde zu verstehen, nicht als die Abbildung gleichbleibender Verhältnisse im Sternenraum, wohl aber und verständlich als Abbildung einer Änderung dieser außerirdischen Diktatoren.

Es ist bei Symmetriebetrachtungen stets zu beachten, daß die Daten der Lithosphäre mit großen zeitlichen Abständen innerhalb einer Einzeit geliefert sein können. Unterscheiden wir gemäß der Größe dieser Zeitabstände die von jenen Daten gelieferte Symmetrie als eine auf verschiedene Länge der datenliefernden Einzeit bezogene, so können wir sprechen von einer großeinzeitigen bis kleineinzeitigen Symmetrie (mitteleinzeitig, größer- und kleiner-

einzeitig usw.) bzw. von mehr oder weniger synchronisierbarer Symmetrie. Dann kommt dem Antekambrium die mindest synchronisierbare oder größteinzeitige Symmetrie zu und wie man sieht, den jüngsten Daten der Erde eine kleinere Einzeitigkeit bzw. höhere Synchronisierbarkeit. Ferner ist noch zu beachten, daß sich der Begriff „synchronisierbar in einer Einzeit" nicht deckt mit dem Begriffe „synchron". Auch enthält der Begriff der Einzeitigkeit keine Angabe über zeitliche Abstände innerhalb einer Einzeit. So daß z. B. asynchronisierbar nicht dasselbe sagt wie asynchron, da asynchronisierbare Daten auch synchron sein können. Solche kritische Unterscheidungen sind nötig, wenn man von der bloßen Tatsache einer Symmetrie auf deren Zustandekommen übergehen will. So z. B. ist der Grad der Synchronisierbarkeit von Daten auch zugleich der Grad der Synchronisierbarkeit der diese Daten erzeugenden Bedingungen. Ein symmetrische Daten erzeugendes Feld, welches seine Symmetrie abbildet, wird diese Daten wahrscheinlich nicht zu verschiedenen Zeiten innerhalb der Dauer seiner Wirkung erzeugen. Man kann also die Daten und deren Symmetrie im Falle ihrer Nichtsynchronisierbarkeit nur mit Unsicherheit auf die Symmetrie eines in derselben Einzeit E bestehenden symmetrieabbildenden Feldes zurückführen; im Falle der nachgewiesenen Ungleichzeitigkeit der Daten innerhalb E gar nicht. Über das Weiterbestehen des erzeugenden Feldes, nachdem seine Abbildung im geologischen Körper erfolgt ist, ist aus dem betr. Körper nichts abzulesen; wohl aber ein Ende der Gestaltung durch Feld 1, wann eine andere Symmetrie 2 über Symmetrie 1 überlagert erscheint und ein gestaltendes Feld 2 erkennbar macht. Der Fortschritt physikalischer Datierungen irdischer Körper und Vorgänge, in Fühlung gehalten mit deren anderweitigen (auch symmetrologischen) modernen Kennzeichnungen läßt eine zunehmende Kenntnis strenger Gleichzeitigkeiten erwarten.

19. Unzulängliche Raumdaten für eine symmetrologische Betrachtung der Gesamterde.

Kongruente Konturen. Unzulängliche Daten für die Lesbarkeit globaler Symmetrie.

Die Erde ist hier betrachtet als eine Kugel. Von dieser Kugel ist nur ein kleiner Teil jeweils Festland, s. u. a. die heutigen Kontinente. Alles heute sichtbare Festland insgesamt nennen wir kurz V (visible). Von V sind Merkmale der Begrenzung (Festland-Meere) bekannt und betont. Diese sollen versuchsweise als unzufällige Konturen betrachtet und erörtert werden.

Die Konturen der insgesamt V bildenden Kontinente sind zum Teil kongruente Konturen, zum Teil nicht kongruent. Die kongruenten Konturen lassen sich durch Verschiebung der Kontinente auf der Kugel geometrisch decken. Diese geometrische Tatsache hat, wie im Falle korrespondierender Trümmergrenzen in rupturellen Gefügen, zu der über den geometrischen Befund hinausgehenden Annahme geführt, daß solche Konturen durch die Trennung größerer, zusammenhängender Kontinente entstanden seien. Mit dieser Möglichkeit wird hier gerechnet.

Bezüglich der Beziehung von V zu früherem Festland ist für das später Folgende zu beachten:

1. Für die symmetrologische Betrachtung wird hier wegen zu ungenauer Lesbarkeit offen gelassen, ob in der Vergangenheit Kontinente in folgender Hinsicht existierten: a) in einer heute kennzeichenbaren Umgrenzung; b) in einer heute feststellbaren Lagebeziehung zueinander; c) in einer heute feststellbaren Lagebeziehung zu einer Rotationsachse der Erde.

2. Die Umgrenzung der auf dem heutigen Festland V geologisch definierten Areale ist sowohl heute als in der Vergangenheit an den Grenzen von V vielfach unbestimmt.

3. Die zeitlichen Beziehungen zwischen solchen geologischen Körpern und die Zeit ihrer Entstehung (Datum und Entstehungsdauer) sind nicht mit dem Begriffe der Gleichzeitigkeit, sondern der Einzeitigkeit und des geologischen Interims diskutierbar.

4. In der zeitlichen Abfolge innerhalb von V beobachtbarer, geologischer Körper bleibt es zuweilen offen, ob fehlende Glieder da und dort nicht gebildet oder wieder entfernt wurden; das ergibt Mehrdeutigkeiten wegen zeitlicher und räumlicher Lückenhaftigkeit.

5. Wenn wir das heutige Festland mit seinen Daten dem Meere gegenüberstellen, so ist zu beachten, daß wir ein (Festland) Areal mit tiefgreifenden Abtragungen mit einem submarinen Areal mit anderer Geschichte von Aufbau und Abtrag konfrontieren. Wir konfrontieren vielleicht vor allem ein submarines Areal, welches durch die Wasserhülle — vielleicht wird es einmal bestimmbarer wie lange — dem Abtrag à la Festland entzogen war mit dem Festland. Dieser Umstand beschränkt die meisten beiderlei Areale betreffenden, globalen Aussagen entscheidend, so auch u. a. die globale Aussage über die Grenze Festland — Meer.

Beschreibt man als eine Aufgabe für sich die auf V sichtbaren Symmetrien aller Zeiten, so ist das eine von obigen Punkten

unabhängige Vorarbeit von einer durch obige Punkte begrenzten Tragweite. Sind solche Symmetrien sichtbar, so hat man sich zu entscheiden, ob man sie als zufällig oder als unzufällig betrachtet. Darüber entscheidet nur, auf welchem Wege man besser zu anderwärts kontrollierten, „haltbaren" weiteren Annahmen kommt. Ist aber keine Symmetrie in V sichtbar, so besagt das wegen der obigen Punkte nicht, daß bei Einsicht über V hinaus keine Symmetrie lesbar wäre. So z. B. läßt die Einsicht in V offen, ob eine Einsicht über V hinaus Symmetrien erkennen ließe, wie sie dem streifenden und dem senkrechten Auftreffen von Massen oder der Abnabelung von Massen von der Erde entsprechen würden.

Wenn die Symmetriebetrachtung, auf die gesamte Erde bezogen, also die Untersuchungen der „globalen Symmetrie" Symmetrieelemente für die Gesamterde ergibt, so bleibt (wegen der obigen Punkte) offen, ob diese Symmetrieelemente für die Gesamterde vergangener Zeiten vorhanden waren oder nicht.

I. Globale Symmetrieelemente sind für die Vergangenheit weder aus der heute beobachtbaren Land-Wasser-Verteilung, noch aus geologischen Körpern in V erschließbar.

II. Areale Symmetrieelemente innerhalb von V sind vielfach für Außengestalten und Gefüge aller Größenordnungen lesbar. Die Persistenz solcher Symmetrien ist vielfach auch für große Zeitspannen, also in der Vergangenheit lesbar. Schneiden solche Areale die Grenze von V, so bleibt offen, ob sich die Symmetrie ihrer Außengestalt bei Einsicht jenseits V ändert.

III. Aus I und II ergibt sich: Globale Symmetrie ist nur für die jetzige Land-Wasser-Verteilung beschreiblich und genetisch diskutabel. Areale Symmetrien sind beschreiblich und genetisch diskutabel mit den Vorbehalten aus Punkt 1—4 und II.

Wenn die Fraglichkeit der räumlichen Daten für die Vergangenheit der Erde weit größer ist als die Fraglichkeit der zeitlichen Daten (z. B. Brinkmann), so weist dies schon auf die größere Fraglichkeit der Symmetriedaten und des Versuches das hierin einigermaßen Lesbare zu überblicken; aber man hat immerhin den Vorteil, daß Symmetrien sehr oft auch ohne Entscheidung über Umstrittenes noch mehr oder weniger ablesbar sind. Die Symmetrien der Erde sind also fraglicher als die zeitlichen Daten. Andererseits lassen raumrhythmische, geologische Körper sehr oft derzeit weder aktualistisch noch physikalisch faßbare Zeitrhythmen, bei genügender Kritik, ablesen.

20. Beziehungen zwischen einigen geometrischen und genetischen Aussagen über Daten auf der Erdoberfläche.

Geometrische Möglichkeiten. Lagen auf Großkreisen und auf Kleinkreisen. Digyrale Zeichnungen.

Rein beschreibend sind unterscheidbar: 1. Globalsymmetrien. 2. Arealsymmetrien. 3. Lage auf gemeinsamem Großkreis oder Kleinkreis. Eine Übersicht über geometrische und geologische Deutungsmöglichkeiten von 1—3 ergibt folgendes:

Globale Symmetrien sind wegen der früher angeführten Ausfälle durch die heutige Meeresbedeckung derzeit zum größeren Teil noch unkontrollierbar. Als Arealsymmetrien sind zu beachten die Anordnungen auf Kleinkreisen, digyrale Baue mit erdradial gerichteter Digyre (s. Einführung in die Gefügekunde 1948, Sachverzeichnis), bilaterale Symmetrien der orogenen und geosynklinen Kontinentalränder, die Symmetrien von Außengestalt und Gefüge vom Profil bis in das Korngefüge.

Zunächst sind zu überblicken einige denkbare Beziehungen zwischen rein geometrischen Möglichkeiten des Zustandekommens von Zeichnungen auf der Erdoberfläche einerseits und geologisch-genetischen Möglichkeiten andererseits, was Großkreise und Kleinkreise anlangt.

A. Großkreisbogen auf Kugel sind geometrisch erzeugbar: 1. als Schnitte der Kugel durch diametrale Ebenen oder nichtkonzentrische größere Kugeln; 2. als aequatoriale Bahnen ($\perp$ Rotationsachse) ohne Ablenkung; 3. als kürzeste Verbindungen.

B. Kleinkreisbogen erhält man 1. als Schnitte der Kugel durch nichtdiametrale Ebenen, z. B. schräg aufwärts „ins Freie führende" Großschubflächen von Orogenesen; 2. als Schnitte der Kugel durch nichtkonzentrische kleinere Kugeln; 3. durch Kreiskegel mit Achse durch das Kugelzentrum; 4. durch Kreiszylinder mit Achse durch das Kugelzentrum; 5. als Schnitte der Kugel durch Flächen, welche Kreisschnitte besitzen (Ellipsoide) bei bestimmten Lagen dieser Flächen zum Kugelzentrum (z. B. Rotationsellipsoide mit Rotationsachse durch das Kugelzentrum usw.); 6. als Bahnen mit Ablenkung; 7. als geometrischen Ort einer zentrifugalen Störung mit gleichen Radien von einem Zentrum aus, das auf oder innerhalb der Kugel liegt, aber nicht im Kugelzentrum, z. B. Senkungsränder durch Erdanziehung; zentripetale, exogene Störungsherde mit radialer Ausbreitung von ihrem Zentrum aus; 8. als Bahnen ohne Ablenkung auf Breitekreisen $\perp$ Rotationsachse.

Die geometrischen Möglichkeiten für Kleinkreiszeichnungen sind zahlreicher als die für Großkreiszeichnungen. Eine Ausschei-

dung der genetisch unwahrscheinlichen Fälle und die Konfrontation der restlichen Fälle mit dem Innenbau zu den Zeichnungen ergibt:

Zu A. Für 1 und 2 liegt keine genetische Ableitung nahe. 3 wäre genetisch möglich, da bei Zerreißung von irgendeinem Zusammenhang ein Großkreisbogen als kürzeste Verbindung zu Worte kommen kann. Die zwei längsten Großkreiskonturen afrikanische Westküste (Nigermündung—Kap) und südamerikanische Ostküste könnten im Sinne von Wegeners Theorie so gedeutet werden; so auch verschiedene geradlinige Geosynklinalen (z. B. Tethys) bei Annahme der Abfolge: Schwächestelle durch Zerreißung → Bodensenkung + sedimentäre Füllung → Faltung; so auch die Lage von Gebirgen und Gräben auf Großkreisbögen. Bei der Rückführung von Großkreisbögen auf Zerreißung im obigen Sinne ist eine gewisse Homogenität und (unwahrscheinliche) Zugfestigkeit des Bereiches willkürlich angenommen.

Zu B. Keine genetische Ablesung liegt derzeit nahe für 4, 5, 6, 8. Exogene oder endogene Vorgänge nach 7 waren mit der Geometrie von 1, 2, 3 verknüpfbar. Schräg aufwärts führende Großschubflächen der Orogenesen nach 1 sind symmetrologisch am wahrscheinlichsten.

Hiernach läßt sich nicht entscheiden, ob Zeichnungen auf Großkreisbögen (A) oder auf Kleinkreisbögen (B) eine größere Wahrscheinlichkeit des Auftretens besitzen. Man kann also nur von den gegebenen Zeichnungen ausgehen und erhält dann A4 B1 B7 als besonders zu beachtende Fälle. Symmetrologisch am nächsten liegt B7, ist jedoch fallweise sowohl geometrisch (Krümmungsradius der Zeichnung) als im Innenbau zu kontrollieren.

Was die geometrische Kreisbogensymmetrie betrifft, sind die Hinweise auf den mindersymmetrischen Spiralencharakter mancher Bögen bei Scheidegger (Principles of Geodynamices 1958, S. 13, 14) von großer Wichtigkeit sowohl für die morphologische als für die genetische symmetrologische Betrachtung. Die Asymmetrie spiraliger Zeichnungen ergibt, daß sie nicht aus den hier übersichtlich gemachten Fällen ableitbar sind. Sowohl für Spiralen als für digyrale Baue ist nach der Beteiligung von Rotationen zu fragen.

Die Anzahl der auf gemeinsamem Großkreis liegenden und für die symmetrologische Betrachtung als gleichwertig bezeichneten Areale A_1 A_2 usw. (z. B. definiert einzeitige Areale mit Gebirgsbildung und Vulkanismus, mit Geosynklinen, mit sicheren Festlandgrenzen) muß mehr als zwei sein, da durch zwei Punkte auf der Kugel auf jeden Fall ein Großkreis läuft. Bei Anzahl von 3 aufwärts kann die Lage auf einem Großkreis unzufällig sein (vgl. auch

Späteres!). Das heißt, es besteht die Möglichkeit, daß die Lage auf einem Großkreis durch auffindbare Entstehungsbedingungen von A bedingt ist. Folgende Fälle sind möglich. Die A sind auf dem Großkreis mit angenähert gleichen Abständen verteilt: Eine Symmetrieachse mit der betr. Zähligkeit steht auf dem Großkreis senkrecht. Polyederhypothesen der Erdgestaltung und Rotation der Achse sind damit zu konfrontieren mit Beachtung der Lagen von A außerhalb des Großkreises. Oder die A sind auf dem Großkreis ungleich verteilt. Nur Rotationsachse ohne Symmetrieachsencharakter ist in Betracht zu ziehen. Dieselben möglichen Entsprechungen sind zu beachten für die Lage von A auf gemeinsamem Kleinkreis; außerdem die geometrische Entsprechung zu hypothetischen, zentripetalen oder zentrifugalen Verlagerungen im Lot auf den Kreis.

Digyrale Zeichnungen der Baue.

Unter den Bauen mit vertikaler Digyre großer und kleiner Bereiche, welche ich („Einführung" Bd. I Sachverzeichnis) als digyrale Baue symmetrologisch eingeordnet habe und auf welche schon 1921 (Zur Geologie der Zentralalpen, Jahrb. Geol. Bundesanstalt Wien 1921) hingewiesen ist, sind im östlichen Asien von J. S. Lee, Academia Sinica Peking (Birbal Sahni Memorial Volume pp 298—315) eine Anzahl von Großformen aufgezeigt und genetisch im Sinne der „Einführung" aufgefaßt:

Khingan zwischen Inshan und unbestimmt; Taihang zwischen Inshan und Tsin Lin; ein S-Verlauf zwischen Tsin Lin und Nam King. Eine ausreichende Analyse der flächigen und linearen Gefüge liegt aber noch nicht vor oder ist mir nicht zugänglich. Die genetisch begründenden „Experimente" sind im Homogenen (Ton) ausgeführt, worin ich hier nicht folge.

21. Endogene, exogene oder digene Zeichnungen auf Kugeln

Endogene, exogene und digene Verteilung und Symmetrie von Zeichnungen auf Kugeln. Digene Gefügereliefs.

Was hier betrachtet wird, ist nicht die Symmetrie der Erde, wenn man diese als glattes Sphäroid ohne beachtete Daten auf der Oberfläche betrachtet oder auch die Symmetrie der Abweichungen von dieser Gestalt (Gezeiten), sondern ist die Symmetrie oder Asymmetrie lesbarer Zeichnungen auf der Oberfläche des Erdkörpers.

Betrachtet man die Verteilung der untereinander in bezug auf ein definiertes Merkmal als gleichartig betrachteten Bereiche, so hat man zunächst zu unterscheiden die Homogenität jener Verteilung

(z. B. Landbereiche) und die areale oder globale Symmetrie dieser Verteilung.

Man beachtet, ob in sich arealsymmetrische Felder auf der Kugel Fa_1, Fa_2 usw. untereinander in einer definierten Hinsicht als gleichartig betrachtbar sind oder nicht. Im ersten Falle kann die Verteilung der F auf der Kugel selbst wieder die Symmetrie (oder Nichtsymmetrie) größerer Felder als F auf der Kugel, ja der Gesamtkugel bestimmen; im zweiten Falle nicht. Ob die Symmetrien auf der Kugeloberfläche im Kugelinneren ein Korrelat haben, wie z. B. die Ätzungen auf einer Kristallkugel, oder nicht, bleibt außer Betracht, solange es sich nur um die Beschreibung der Kugeloberfläche handelt. Die Beurteilung, ob jenes Korrelat unter den Symmetrien der Kugeloberfläche wahrscheinlich sei oder nicht, ist eine andere Aufgabe, welche nur für bestimmte Annahmen betreffend die Gesamtkugel diskutierbar ist. Für die Felder gleicher Farbe, welche sich auf einer Seifenblase verschieben, ist diese Annahme eine andere als für den Mond, eine Einkristallkugel oder ein kugeliges Lebewesen.

Die genannten Beispiele lassen schon einige wesentliche Fälle unterscheiden für eine Übersicht der möglichen Beziehungen zwischen der Besetzung A einer Kugeloberfläche mit definierten Daten (namentlich Verteilung und Symmetrie dieser Besetzung) und dem Kugelinneren J.

Im Falle der Seifenblase besteht im Kugelinneren mehr Homogenität als außerhalb der Kugel. Es besteht das Schema I: A ist inhomogener als J. Die Inhomogenität in der Verteilung und die Symmetrie der Kugelbesetzung werden wir auf Bedingungen in A, nicht auf Bedingungen in J zurückzuführen versuchen. Begrifflich unterscheiden wir diesen Fall als *exogene Besetzung* und *exogene Symmetrie*.

Hierher gehört auch die Besetzung der bekannten Mondhalbkugel mit Kratern (welche in Größenklassen zu gliedern und statistisch auszuzählen wären), wenn man diese als Einschlagsnarben auffaßt. Schema II: Im Falle lebender, kugeliger Gebilde begegnen wir Beispiele *endogener Besetzung und Symmetrie* der Kugeloberfläche, deren Besetzung und Symmetrie ohne Beachtung des Kugelinneren unverständlich ist.

Wir begegnen aber bei lebenden Kugeln auch exogene Symmetrien der Besetzung, so wenn sich die Relativbewegung zur Umgebung der Kugel (z. B. bei Bewegung im Wasser oder bei Ruhe in stationärer Strömung) abzubilden vermag.

Wenn Anziehung und Fliehkraft und Trägheit innerhalb einer inhomogenen rotierenden Kugel direkt oder indirekt zu Abbildungen

jener Inhomogenitäten auf der Kugeloberfläche führen, so ist die Verteilung dieser Inhomogenitäten endogen.

Schema III: Es ist eine Überlagerung exogener und endogener Züge gedanklich unterscheidbar, welche man kurz als digene Besetzung bzw. Symmetrie bezeichnen kann.

Schema III a: Im Falle der geätzten Einkristallkugel begegnet man die Symmetrien der Besetzung als exogenes „Gefügerelief" eines Innenbaues der Kugel, also einen definierten Sonderfall digener Besetzung. Die Gefügereliefs aller Größenordnungen sind von innen und von außen bedingte, digene Gestaltungen.

Die Unterscheidung exogener, endogener und digener Verteilung (und Symmetrie) gleichartiger Zeichnungen auf der Oberfläche einer Kugel ergibt einige erste Schritte im Sinne einer genetischen Kennzeichnung solcher Körper, unter denen sich auch die Erde betrachten läßt.

Mit den Begriffen der Areal- und Globalsymmetrie, der endogenen, exogenen und digenen Zeichnungen auf einer Kugeloberfläche, des Gefügereliefs im weiten Sinne kann man versuchen, 1., die geordnete Beschreibung der Erde als einer Lagenkugel für geologische Areale mit den gefügekundlich üblichen statistischen Verfahren zu ergänzen, 2. zu fragen, was solche Beschreibungen hinsichtlich des Zustandekommens der Verteilung gleichartiger Areale ergeben.

Zunächst soll hier nicht weiter eingegangen werden auf die weltweite Verbreitung von Gefügereliefs. In bezug auf viele Arealarten, so z. B. Tafeln, Brüche, Vulkane, Faltengebirge usw., ist das Gefügerelief als Abbild zugehörigen Innenbaues längst bekannt, in bezug auf andere, wie z. B. Areale mit steilen und mit gekreuzten B-Achsen, digyrale Baue noch vielfach unerkannt, da die Beobachter des Reliefs noch selten in der Lage sind, auch das Gefüge nach dem heutigen Stande zu beobachten, wodurch u. a. schon seit Jahrzehnten die Luftaufnahmen unbetretener Gebiete weit lesbarer und die Reliefs betretener Gebiete besser typisierbar geworden wären. Der digene Charakter der weltweit verbreiteten Gefügereliefs (s. o.) ist ein allgemeines, irdisches Charakteristikum, gibt aber nichts für unsere weitere Betrachtung.

22. Verteilung gleichartiger Areale auf der Erdkugel.

Genität der Verteilung als stellare Kennzeichnung der Erde. Verteilung orogener Areale. Heutige Festlandverteilung und Symmetrie der Erde. Lagen von Großkreisen zu Achsen. Längste Festlandwege auf Großkreisen unter 65° zum heutigen Äquator. Fragliche Deutbarkeit. Pole und Symmetrie.

Es ist festzustellen, daß auf der uns zugänglichen Erdoberfläche keine einzige Gruppe gleichartiger, geologisch definierter Areale endogener, exogener oder digener Entstehung besteht, welche homogene Verteilung zeigt; womit dies auch für die ganze Kugel gilt. Hätten wir eine Anzahl von kugeligen Weltkörpern vor uns und hätten diese zu typisieren, so wäre sogleich die Aufgabe da, die Genität (Homogenität — Inhomogenität) in der Verteilung untereinander als (für die betreffende „Zählung") genügend gleichartig betrachteter Areale statistisch darzustellen. Dies hätte zu geschehen durch Kennzeichnung der Areale der unterschiedenen Areale (= Aussage worauf sich die Genität bezieht) und der statistischen Auszählung ihrer Verteilung, wie dies in der Gefügekunde geübt wird. Solche Kennzeichnungen würden eine definierte Kennzeichnung der Erde als Weltkörper neben anderen ergeben.

Unter den Betrachtungen betreffend die Gestaltung der Erdoberfläche lassen sich unterscheiden solche, welche wesentlich exogene Gestaltungen beachten. Hieher gehören alle klimabedingten Areale, wie Eiskalotten und Wüsten der Lithosphäre, klimabedingte Lebensräume der Biosphäre in der irdischen Abfolge. Diese separieren wir aus dieser Betrachtung. Ebenso wird hier abgesehen von den hypothetischen Belieferungen der Erde mit kosmischem Material.

Zu den Betrachtungen, welche ausgesprochen endogene Gestaltung geologischer Areale beachten, gehörten (seitdem, in meinem Gesichtskreis erstmalig, AMPFERER in der Arbeit über das Bewegungsbild der Faltengebirge diese wesentlich als „Kraftstreifen im Antlitz der Erde", als „Bewegungsbilder" zugeordnet Vorgängen der Tiefe, betrachtet hat) die Theorien, für welche der Ort der Gebirgsbildung durch Vorgänge der Tiefe gegeben ist. Ob man die Lokalisation dieser Vorgänge selbst wieder als durch Kontinentalränder vorgezeichnet betrachtet oder nicht, kann für die bloße Beschreibung der Symmetrie ihrer Anordnung (nicht ihrer Eigensymmetrie) zunächst außer Betracht bleiben. Stellen der Gebirgsbildung auf der Erdoberfläche werden hier als Abbildungen des Untergrundes betrachtet, ohne daß dabei zunächst die Frage beantwortet wird, welche exogenen Änderungen (Sedimentanhäufungen) den Untergrundmotor mitbedingen — bzw. in der Orogenese mit der Untergrundmotorik verknüpft sind. Nicht für die Betrachtung ihrer Eigensymmetrien, sondern für die hier zunächst interessierende Betrachtung ihrer Verteilung auf der Erdkugel, der Polarität und Arealsymmetrie solcher Verteilungen werden hier die orogenen Areale deskriptiv untersucht und wird ihre

Verteilung als endogen betrachtet. Unterscheidet man als zwei Typen orogener Gestaltung, zonare und zirkulare Orogene — wobei die letzteren als Gebiete mit steilen B-Achsen weit weniger regionalgeologisch erkannt sein dürften —, so kann man erwarten, daß die zirkularen Formungen (größerer Tiefe) ausgesprochener endogen sind als die zonaren, in welchen endogene und exogene Vorgänge (sedimentäre Füllungen) zusammenspielen. Dies soll aber, wie gesagt, in der Beschreibung der Verteilung beider zunächst nicht zu Worte kommen. Der heutige Stand der Kenntnis beider Typen würde die regionale Trennung beider übrigens noch nicht erlauben.

23. Festlandverteilung und Symmetrie der Erde.

Konfrontation heutiger und früherer Festlandverteilung mit Symmetrieaussagen. Polarität und Symmetrie. Deutungsmöglichkeiten für Symmetriespuren in der Festlandverteilung. Erdachsen und Symmetrie.

Als allgemeinste Grundzüge in der heutigen Festlandverteilung sind folgende beachtet (z. B. KAISER, Lehrb. d. Geologie 1921, S. 45 und 122; mit Literatur):

1. Zusammenhang der Meere untereinander.
2. Nichtzusammenhang der Kontinente untereinander.
3. Festlandhäufung auf der Nordhalbkugel.
4. Verschmälerung der Kontinente gegen Süden.
5. Dreieckform der Festländer mit Spitze gegen Süden.
6. Antipodale Lage von Festlandhauptmassen zu Wasserhauptmassen.

Wie in jeder symmetrologischen Diskussion ist die geometrische, rein formale, nicht genetische Aussage (wie die obige) zu trennen von der genetischen Aussage. In letzterer ist zu trennen die reine Beschreibung der Abfolge von Symmetrien, von deren angenommener (oder experimentell erwiesener) Zuordnung zu symmetrischen Diktatoren.

Rein geometrisch gilt im vorliegenden Falle:

1, 3, 4, 5, 6 ist verträglich mit einer ungleichendigen Wirtelachse der Erde.

1 ist verträglich mit D ∞.

2 ist unverträglich mit D ∞.

Eine ungleichendige Wirtelachse (// Rotationsachse der Erde) ist also rein geometrisch mit den obigen Grundzügen der heutigen Festlandverteilung vereinbar, nicht aber mit D ∞.

Betrachtet man aber nicht nur die Grundzüge 1—6, sondern auch noch genauer die heutige Festlandverteilung um den Pol, so ergibt sich, daß geometrisch die Erde heute keine Wirtelachse

von einer Zähligkeit in ihrer Festlandverteilung besitzt. Betrachtet man die paläogeographischen Entwürfe der Festlandverteilungen mit gesonderter Betrachtung, 1. der Entwürfe ohne die Kontinentalverschiebung von WEGENER und 2. der Entwürfe mit der Kontinentalverschiebung WEGENERS, so kommt hiebei diesen Entwürfen nicht dieselbe Sicherheit zu wie der heutigen Verteilung.

Die Urkratone (Umgrenzung nach STILLE aus BRINKMANN-KAISER, Abriß der Geologie, S. 264) lassen von den oben unterschiedenen Punkten nur 1, 2 und 3 einigermaßen erkennen. Laurentia, Russia und Angaria liegen zwar um den Nordpol (vielleicht sogar wenig getrennt voneinander?), aber die Umgrenzung Gondwana kann keine Wirtelachse belegen. Eine ungleichendige Wirtelachse im N-Pol ist möglich, aber nicht gesichert.

Im Kambrium (BRINKMANN-KAISER l. c. II. Bd., S. 40) ist 1 und 2 auf heutigem Festland erkennbar, 3 nicht.

Im Silur (Darst. KOSSMAT, Paläogeographie, Sammlung Göschen 1924 und BRINKMANN l. c. S. 60) ebenso.

Im Devon (l. c. S. 84) ist 1 und 2 zu vermuten, 3 ist nicht zu sichern (s. auch KAISERS Lehrbuch, III. Bd., S. 237).

Im Karbon (nach KOSSMAT l. c.) ist 1 und 2 anzunehmen, 3 nicht zu sichern, ebenso für Oberkarbon (BRINKMANN l. c. S. 110).

Im Perm (KOCKEN 1907 nach KAISER, III. Bd., S. 347 und BRINKMANN l. c. S. 137) ist 1 und 2 sicher, 3 gilt nicht hinsichtlich des heutigen Nordpols, ist aber deutlich hinsichtlich eines anderen Poles. Dieser Pol als Zentrum der Landhalbkugel gesucht, käme in das europäische Rußland zu liegen; von den permischen Eiszeitspuren aus gesucht, bedeutend weiter südlich. Seine Lage wird hier als unsicher betrachtet, jedoch hat 3 hinsichtlich dieses Poles mehr Deutlichkeit als hinsichtlich des heutigen Erdpoles vom Kambrium bis Karbon.

Die Landhalbkugel für die heutige Verteilung um den heutigen Pol und die Landhalbkugel um einen permischen Pol scheint mir deutlicher aufgeschlossen als eine Landhalbkugel vom Kambrium bis Karbon, ohne daß sich das Fehlen der letzteren mit Sicherheit behaupten läßt.

Eine Landhalbkugel scheint am Ende des Paläozoikums deutlicher als vorher (seit den STILLEschen Urkratonen). Die an der heutigen Erde wahrnehmbaren Grundzüge 4, 5, 6 werden für die Vergangenheit der Erde hier nicht diskutiert, da die Gegebenheiten weit weniger ausreichen als für 1, 2 und 3. Die maringeosynklinale Entwicklung zwischen den Kontinenten scheint vom Perm ab (übersichtliche Darstellungen in BRINKMANN l. c.) im Kartenbild eingeengt. Die Frage, in welchem Ausmaß das auf

sekundäre, tangentiale Einengung und auf primäre Anlage zwischen den Festländern (als Kennzeichnung von 1 und 2) zu beziehen ist, beantwortet nicht das Kartenbild, sondern erst die rückformende, tektonische Analyse.

Da die Bereiche maximaler, orogener Amplatz-Einengungen und Tangentialtransporte den Geosynklinen folgen, ist die letztere Komponente deutlich. Da heute noch keine annähernde Übersicht der zahlreichen Amplatzeinengungen mit steilen B-Achsen (namentlich im Kristallin) besteht, lassen die orogenen Einengungen in den Geosynklinen weder den Gesamtbetrag der Einengung in der Lithosphäre, noch dessen zeitliche und räumliche Anordnung überblicken, auch nicht, ob sich der Gesamtzusammenschub vom Kuppelbau des Altkristallins bis zum Deckenbau der Alpen ständig steigerte (Brinkmann l. c. II. Bd., S. 317). Unter anderem wäre zu klären, ob die steilachsigen Baue (B-Tektonite und Schlingen) in den alten Formationen häufiger sind und wenn ja, ob die petrotektonische Analyse dies zeitlich auf das höhere Alter oder räumlich auf die höhere Teilbeweglichkeit größerer Tiefe beziehen läßt, welch letztere nicht direkt dem höheren Alter zuordenbar ist.

Für die Trias (Kossmat l. c., Brinkmann l. c. II. Bd., S. 169) ist 1 und 2, nicht aber 3 ablesbar. Der heutige Pol ist durch die Land-Wasser-Verteilung nicht erkennbar ausgezeichnet. Ein anderer Pol näher dem Äquator ist nicht mit Sicherheit ablesbar, sondern nur insofern möglich, als die marinen Entwicklungen mehr die Areale um den letzteren Pol und seine Festlandentwicklungen besetzen und nach außen an die heutigen Meere grenzen. Dasselbe scheint mir vom Jura und Kreide zu gelten.

Überblicken wir also Paläozoikum und Mesozoikum, so finden wir: 1 und 2, also getrennte Kontinente; 3, also Festlandhäufung auf heutiger Nordhalbkugel ist nicht genügend deutlich für eine Symmetriebetrachtung.

Seit dem Perm sich verdeutlichend, verläuft ein marin-geosynklinaler Streifen in Gestalt eines unterbrochenen Ringes um ein in Südafrika gelegenes Zentrum (ungefähre Leitlinie: West- und Nordküste Südamerikas—Mittelmeer—Himalaja—Hinterindien und Inseln um Australien—Neuseeland—Antarktis). Dieser Streifen umringt also geometrisch einen Pol in Südafrika und ist damit ein symmetrologisch beachtliches Datum, doch ist ein Charakter jenes Pols als Symmetrieachse nicht sicher ablesbar. Aber der Streifen ist deutlicher lesbar als 3 (Festlandhäufung um die Lage des heutigen Nordpols). Das Bestehen einer Festlandhalbkugel im Paläozoikum und Mesozoikum ist unsicher lesbar; 3 ist unlesbar.

Von dieser geometrischen Gegebenheit zu unterscheiden sind die Deutungsmöglichkeiten des bezeichneten Ringes orogener Einengung. Letztere entscheidet als solche noch nicht den Sinn der Relativbewegung der innerhalb und der außerhalb des Ringes gelegenen Festlande gegenüber festen Koordinaten, da für solche kein Bezugspunkt besteht und Einengungszonen auch in ihren Tangentialtransporten nur Relativsinne der Bewegung ablesen lassen.

Die hier seit Perm beachteten Grundzüge gelten auch für das Känozoikum. Gleichviel aus welcher Distanz sich die Landbereiche diesseits und jenseits des Ringes einander genähert oder voneinander entfernt haben und gleichviel, ob dies nur quer zum Ring oder auch parallel zum Ring geschah, gilt es, daß wir keine Symmetrieachse für die Landverteilung ablesen können.

Was ergibt nun für die Symmetrie der Hinblick auf die Annahme der Kontinentalverschiebung nach Wegener? (Wegener, „Entstehung der Kontinente und Ozeane", bei Vieweg 1922). Dieser Annahme entspricht (bei Zusammenfassung von kontinentalen und Flachseebildungen) ein Ausgangskontinent. Für diesen gilt angenommenermaßen nicht der Zusammenhang der Tiefsee (1) strenggenommen, da Tiefseebecken im jungkarbonischen Kontinent (l. c. S. 4 und 5) angenommen sind. Diesen steht heute die jüngere Darstellung (s. o.) der marin-geosynklinalen Entwicklungen (s. Brinkmann l. c.) gegenüber, welche Kontinente trennen. Gleichviel, wie weit man jene Entwicklungen als Tiefseebildungen betrachtet, ist der ungeteilte Ausgangskontinent Wegeners zwar mit einer Landhäufung um ein Zentrum dieses Kontinents (dem jungkarbonischen Südpol Wegeners) vereinbar, aber nicht zwingend, wenn man die „Flachseebildungen" nach Wegener im Wegenerkontinent mitbeachtet und mit Brinkmann (l. c. I. Bd., S. 271) bedenken will, daß der Boden der Ozeane größtenteils aus festländischem Material besteht, eine Aussage übrigens, welche die Ablesung der Landbildungen sehr unsicher macht und deren Einordnung in eine Symmetriebetrachtung nur mit diesem Hinweis erlaubt. Polflucht und Westdrift der Kontinente nach Wegener, für welch letztere die mittelatlantische Schwelle spricht, weisen auf eine unrückläufige, einsinnige Zerstörung eines höher symmetrischen Zustandes um Wegeners Polachse und sind deshalb eine für genetische Symmetriebetrachtung zu beachtende Hypothese. Aber die Einwendungen gegen Wegeners Hypothese und die oben bemerkte Unsicherheit in der Ablesung der Grundlagen sind bis auf weiteres festzubalten und keine weiteren symmetrologischen Schlüsse werden hier angeschlossen.

Auch wenn sich Polwanderungen über viele Breitegrade, wie sie manche paläoklimatische Theorien voraussetzen, vom aktualistischen Standpunkt nicht begründen lassen (BRINKMANN l. c. I. Bd., S. 245), was ja auch für die WEGENERsche Kontinentalverschiebung gilt, sollen sie doch mit diesem Vorbehalt ebenfalls mit den Symmetrieverhältnissen symmetrologisch mitbeachtet werden.

Polarität der Land-Wasser-Verteilung auf der Erdkugel heißt hier, daß die betrachteten Areale nicht auf einem Großkreis, sondern auf Kleinkreisen liegen. Ist die Anzahl solcher Areale 1, so ist die Zuordnung an einen Großkreis oder an einen Kleinkreis oder an einen Pol willkürlich und wird nicht diskutiert. Ist jene Anzahl 2, so liegen sie immer auf einem Großkreis und, mit Ausnahme des Falles der Lage „polar an den beiden Enden eines Kugeldurchmessers", zugleich auf möglichen Kleinkreisen. Auch dieser Fall wird als uneindeutig nicht diskutiert, da die Annahme eines Großkreises oder Kleinkreises oder Pols willkürlich wäre. Ist jene Anzahl 3, so liegt die Sache anders. Die Areale müssen diesfalls nicht notwendig auf einem Großkreis liegen. Liegen 3 Areale auf einem Großkreis, so ist dieser Fall möglicherweise unzufällig und also diskutabel. Liegen 3 Areale in ungleichen Abständen voneinander auf einem Kleinkreis, so besagt das nichts, was einer Erklärung bedarf, da man auf einer Kugel durch 3 nicht auf einem Großkreis liegende Punkte immer einen Kreis legen kann. Diskutabel als möglicherweise unzufällig ist also erst die Lage von wenigstens 4 Arealen auf einem Kleinkreis, von 3 (oder mehr) Arealen mit gleichen Abständen auf einem Kleinkreis, von 2 Arealen diametral auf einem Großkreis, von 3 (oder mehr) Arealen auf einem Großkreis. Um die Unzufälligkeit der als „möglicherweise unzufällig" diskutablen Lagen zu sichern, wäre eine Statistik nötig, welche die Erdkugel als einziges derzeit zugängliches Objekt mit einmaligen oder zu spärlichen Fällen nicht ermöglicht.

Von diesen Betrachtungen ist unabhängig die oben gegebene Definition von Polarität. Diese Polarität ist eine in der Erdbeschreibung längst beachtete Tatsache der Land-Wasser-Verteilung.

In der Frage, ob diese Polarität der Land-Wasser-Verteilung exogen oder endogen oder beides sei, kommen die Hypothesen über Konstanz oder Wanderung der Kontinente sowie über Unterschiede der Lithosphäre unter den Kontinenten und unter den Meeren zu Worte. Man gelangt aber vor die Frage, ob in der stellaren Vergangenheit der Erde der Land-Wasser-Verteilung eine Inhomogenität der Erde vorangegangen sei und ob man sich deren Verteilung als abhängig oder unabhängig von den Einflüssen anderer Weltkörper denken soll.

Man kann sich die erste Lokalisation polarer Verteilung auf der Erdoberfläche denken als eine unter Mitspiel außerirdischer Verhältnisse bedingte Lokalisation einer Inhomogenität des Erdinneren (I). Oder man kann jene erste Polarität denken als eine Lokalisation erdinnerer Inhomogenität durch Rotation, Fliehkraft und Anziehung, etwa als eine vorgeburtliche Sachlage, welche sich nicht bis zur Geburt eines Trabanten steigerte (II). Es ist dann zwar im Falle I die exogene Bedingtheit der Polarität mehr betont als im Falle II, aber auch in letzterem Falle ist eine Mitwirkung exogener Art nicht auszuschließen. Deshalb scheint mir die erste Polarität der Erdoberfläche, auf welche mit oder ohne Wanderung der Kontinente die heutige Land-Wasser-Polarität zurückgeht, endogen als Abbildung einer der erdinneren Inhomogenität, exogen, was eine erste polare Lokalisation dieser Inhomogenität betrifft, nicht aber exogen, was die heute beobachtbare Verteilung gleichartiger Areale (orogene Areale, Land-Wasser) betrifft.

Polyederhypothesen der Erdgestaltung, von welchen übrigens ohne jede Kontrolle von Achsenzähligkeiten überhaupt nicht geredet werden sollte, scheiden für eine Ableitung der Polarität der Erdkugel aus.

Zur Klärung der geometrischen Sachlage dient folgendes:

Ein Großkreis Kx auf einer Kugel kann mit einem Kugeldurchmesser Dx einen Winkel von 0^0 bis 90^0 bilden. Das ergibt drei Fälle:

I. Dx liegt in Kx; Bezeichnung D_I.

II. Dx steht senkrecht auf Ky; D_{II}.

III. Dx bildet mit kx einen Winkel, den wir als $\sphericalangle$ (R—φ) bezeichnen, D_{III}.

Denken wir Dx in jedem der 3 Fälle als Rotationsachse D_I^∞, D_{II}^∞, D_{III}^∞ um die Frage zu erörtern, auf welche dieser drei Achsen Kx hinweist, so ist zu beachten:

1Kx. Ist nur 1 Kx auf der Kugel vorhanden, so weist das auf Fall II ($D_{II}^\infty \perp$ Kx). Kx ist Äquator.

nKx. Sind n Kx vorhanden, so weist das entweder auf n D_{II}^∞; anders gesagt, auf Äquatorcharakter der verschiedenen Kx gegenüber zugehörigen Globusachsen bzw. Polen. Oder die n Kx stehen der Globusachse D_x als Meridianebenen gegenüber; D_x ist diesfalls D_I. Oder die n Kx stehen einer Globusachse schief gegenüber, mit gleichen oder mit ungleichen Winkeln „(R—φ)“ zu $D_x = D_{III}$.

Im Falle mehrerer Kx mit gleichen Winkeln zu D_{III} liegen diese Kx tangierend um einen der Kugel eingeschriebenen Kegel mit D_x als Achse und der Kegelspitze im Kugelzentrum und mit dem Scheitelwinkel von der Größe 2 (R—φ) um D_x.

Dieser Fall ist besonders im Auge zu behalten, wenn man nun die Verteilung des Festlandes (und geringerer Meerestiefen) auf der Erde daraufhin betrachten will, mit welchem geometrischen Schema die großen Züge dieser Verteilung vereinbar sind und ob sich aus dieser Betrachtung ein eindeutiger oder mehrdeutiger Hinweis auf bestimmte Rotationsachsen des Erdkörpers ergibt.

Wenn man möglichst lange über Festland schreitet, also dem größten Durchmesser der Festlandgebiete folgt, so bewegt man sich auf drei Großkreisen: durch N-S-Amerika; durch Australasien; durch Afrika; wobei das Mittelstück der atlantischen Schwelle noch nicht mitbetrachtet wird. Diese Großkreise bilden mit dem Äquator gleiche Winkel von etwa 65^0, mit den Meridianen, mit welchen sie sich am Äquator treffen, also 25^0. Die Großkreise liegen also auf der Kugel gemäß dem zuletzt erwähnten Falle: mehrere Kx tangierend einen Kegel um D_{III}, im vorliegenden Fall mit Winkel $D_{III} \wedge Kx = 25^0$, $D_{III} \wedge$ Lot auf $Kx = 65^0$. Für die Gesamtheit aller solcher Großkreise mit $\sphericalangle\varphi$ schief zum Äquator ist dieser eine Symmetrieebene, nicht aber für den einzelnen Großkreis oder für alle lückenhaften Besetzungen desselben.

Als längster Durchmesser einer Landmasse ist keiner dieser drei Großkreise geschlossen, sondern es verläuft der australasische Großkreisbogen von der Endspitze Australiens bis zum nördlichen Eismeer, der amerikanische Großkreisbogen von Patagonien bis in die nordwestliche Ecke Nordamerikas (etwa Cap Lisburne), der afrikanische Großkreisbogen von den Drakensbergen zum Atlas. Von allen drei Großkreisbogen, also von den Festlandmaximaldurchmessern wird mithin der Äquator mit gleichsinniger Abweichung (25^0) vom zugehörigen Meridian nach Westen geschnitten. Die Festlanddurchmesser lassen den Äquator nicht als Symmetrieebene erscheinen und die Erdachse erhält angedeutet schraubigen Charakter mit einem Gewinde, das einer gewöhnlichen Schraube gegenläuft. Zu notieren ist, daß die lückenhaft mit Festland besetzten Schiefkreise zum Äquator nach Ergänzung ihrer Besetzung jener Gruppe von Tangentialkreisen an den dem Globus eingeschriebenen Kegel angehören würden, für deren Gesamtheit der Globusäquator eine Symmetrieebene wäre und für deren jeden einzelnen ein Dx-Pol auf einem Kreis vom Radius 65^0 um den heutigen Erdpol liegen würde.

Die Festland-Schiefkreise zum Äquator wurden bei der bisherigen Betrachtung daraufhin betrachtet, ob sie Äquatoren zu Achsen P_2 mit 65^0 Abstand vom heutigen Pol P_1 sein können. Für die Beziehbarkeit von Großkreisen auf Symmetrieachsen D ist aber auch noch ihre Deutbarkeit als Meridiane zu D zu beachten. Meri-

diane, welche sich in Achse P_3 schneiden, welche mit der heutigen Erdachse P_1 einen Winkel bilden, haben die Eigenschaft, daß sie mit dem heutigen Äquator nicht untereinander gleiche Winkel, sondern Winkel zwischen 90° und dem Winkel $P_1 \wedge P_3$ bilden.

Unsere 3 Schiefkreise längster Festlandwege schneiden einander weder in der heutigen Erdachse noch in einem anderen Erddurchmesser. Sie sind also nicht als Meridianebenen zu einer Symmetrie- oder Rotationsachse der Erde diskutabel.

Verbindet man das Zentrum der Landhalbkugel (50° n. Breite nach Le Havre) mit dem Zentrum der Wasserhalbkugel (50° s. Breite), so erhält man eine Land-Wasser-Achse in bezug auf welche Land und Wasser am reinsten polar angeordnet sind. Aber diese Achse hat keine Symmetrie.

Die heutige Erdachse besitzt einen vagen Symmetriecharakter als ungleichendige Rotationsachse gegenüber einer einigermaßen rotatorischen Anordnung der heutigen Festlandkonturen. Die schon erörterten Großkreise längster Festlandwege (Australasien und N-S-Amerika) liegen ziemlich symmetrisch zur Erdachse, den Kleinkreis (Durchmesser 47°) beinahe (mit 12° Abweichung) tangierend, welchen der auf die Erdbahn senkrechte Erddurchmesser um den Erdpol beschreibt. Auch der Großkreis des längsten Festlandweges Afrika hält einen Abstand um 20° von der Erdachse, also ebenfalls ähnlich dem Abstande der beiden anderen „trockenen" Großkreise oder (je nach Meßweg) gleich demselben. Die drei trockenen Großkreise, auf welchen die längsten Festlandwege liegen, stören also die Symmetrie der Erdachse wenig. Betrachtet man aber nur diese trockenen Bogen selbst (nicht die Großkreise, auf denen sie liegen), also Australasien, N-S-Amerika, Afrika, so liegt der Erdäquator ihren Halbierungspunkten näher als die Rotationsachse der Erde.

An den genetischen, geotektonischen Theorien wird zunächst getrennt 1. was wir von den gestaltlichen Abläufen also deskriptiv von zeitlich geordneten Gestaltungen wissen (deskriptiv genetische Geotektonik) und 2. was über dynamische Ursachen, „Kräfte" und Energiequellen angenommen wird (dynamisch genetische Geotektonik).

Rein gestaltlich haben wir weder im Paläozoikum noch im Mesozoikum eine Landverteilung um den heutigen Nordpol genügend lesbar gefunden. Die Gestalt der hypothetischen Urkratone Stilles gibt eine solche Landverteilung, aber das scheidet als eine (vielleicht wichtige) Annahme ohne genügend sicher lesbare Grundlage aus einer symmetrologischen Betrachtung des Lesbaren. Die Erde hat also im Paläozoikum und Mesozoikum keinen heute

aus jenen angenommenen Landverteilungen ablesbaren Pol an der Stelle des heutigen Erdpols. Von einem Pol irgendeiner Art an Stelle des heutigen Erdpols Pg wird deshalb in unserer Betrachtung der einigermaßen lesbaren Symmetrien weder für noch wider weiterhin geredet. Wohl aber wird aus der Anordnung marin-geosynklinaler Bildungen (z. B. in BRINKMANN l. c.) ein Zentrum eines weiten marin-geosynklinalen Ringes, etwa um Südafrika seit dem Perm, lesbar. Dieser Pol Pp ist, wenn man zunächst die Betrachtung ohne Hinblick auf eine (nachgewiesene oder paläogeographisch begründete oder bloß angenommene) Rotationsachse der Erde durchführt, neben dem heutigen Erdpol Pg der am besten ablesbare. Von Pp als Symmetriedatum und Pg kann also zur Zeit in deskriptiv genetischer Geotektonik und schließlich dynamisch genetisch weitergeredet werden.

Der auf der heutigen Erde abgelesene Symmetriecharakter des Poles Pp oder eines etwas verschobenen, wird als Symmetrieachse deutlicher, wenn man N-S-Amerika an Europa-Afrika anpaßt. Diese Aussage ist als ein deskriptives Datum nicht hypothetisch. Wenn man nun aber die Symmetrieachse Pp als eine dynamisch betätigte Rotationsachse betrachtet und wenn man die atlantikbildende Westflucht von N-S-Amerika nicht nur rückformend, sondern diese Rückformung als einen realen Ablauf (als deskriptiv genetisches Datum) betrachtet, so ist das ein Teil der dynamisch genetischen Theorie WEGENERS, für welchen das genannte Symmetriedatum, Pp als geometrische Symmetrieachse gelesen, eine Stütze ist, deren Wert aber nicht außerhalb anderer Zusammenhänge beurteilt werden soll, deren Diskussion WEGENER belebt hat.

Für die Frage, welche anderen geologischen Daten heute Großkreise und Kleinkreise der Erde ablesen lassen und also auf Symmetrieachsen weisen, wofür solche Kreise das Merkmal sind, werden später noch Beiträge aus der Verteilung der Geosynklinen und Orogene versucht.

Für die Gestaltung der Lithosphäre haben wir nicht eine bestimmte Gerade als Rotationsachse zu betrachten, sondern zu beachten, daß die Rotationsachse theoretisch in 25.765 Jahren (nach GUTENBERG-Geophysik) auf einem Kegel mit dem Öffnungswinkel $2 \times 23{,}5 = 47^0$, die auf der Achse dieses Kegels senkrechte Erdbahn umläuft. Angesichts der geologisch kurzen Zeit von 25.265 Jahren beziehen wir die genetisch-symmetrologische Betrachtung eines möglichen Einflusses der Rotation auf die Gestaltung von Li nicht auf eine einzige Rotationsachse, sondern (in vorläufiger Annäherung) auf eine wie bemerkt rotierende $D\infty$.

Die D∞ zugeordneten Symmetrieebenen fallen dann in bestimmte Orte auf der Erdkugel:

1. Alle auf den D∞ senkrechten singulären Symmetrieebenen „Es“ betrachtet auf einer Kugel („Hilfsglobus“), mit dem Lot L auf die Erdbahn als Kugelachse (also nicht mit der Erdachse als Kugelachse), liegen tangential an einem Kegel, welche L als Achse und einen Öffnungswinkel von 133° hat.

Um zu prüfen, ob solche Symmetrieebenen „Es“ in der heutigen Festlandverteilung wahrnehmbar sind, überlagert man den Erdglobus mit dem Gradnetz für einen Globus, der, wie oben gedacht, L als Achse hat ($L \frown$ Erdachse $= 23{,}5^0$) und 2 Breitekreise mit Abstand 23,5° von seinem Äquator. Diese Breitekreise werden an jeder Stelle tangential berührt von einem Großkreis, dessen Charakter als Symmetrieebene der Festlandverteilung (oder auch anderer Daten s. u.) geprüft wird. Auch den Äquator selbst prüft man als Symmetrieebene, wobei mit entsprechender Undeutlichkeit der Symmetrie zu rechnen ist. Es ergibt sich, daß keine der genannten Ebenen eine wahrnehmbare Symmetrieebene der heutigen Festlandverteilung ist.

2. Wenn man nun das Lot auf die Erdbahn als Repräsentanz aller Lagen der dieses Lot umkreisenden Rotationsachsen prüft, so zeigt sich, daß es keinen deutlichen Symmetrieachsencharakter hat, wie eine Betrachtung der zu diesem Lot als Kugelachse gehörigen Meridiane ergibt.

Die heutige Festlandverteilung der Erde läßt keine der heutigen Rotationsachse als D∞ einschließlich ihrer (theoretischen) Präzession mit Sicherheit zuordenbare Symmetrie erkennen. Für die Wahrnehmung und Beschreibung nach einigermaßen sichtbaren Symmetrien sind die Abweichungen von der oben beachteten Präzession (Änderungen der berechneten und der beobachteten Schiefe der Ekliptik) ohne Interesse.

24. Symmetrie und geotektonische Theorien.

Symmetrie nicht eindeutig und unterscheidend für die „geotektonischen Theorien“. Isostatische Ausgleichsbewegungen und Symmetrie. Bedingung für Faltung. Sogenannte „Faltungsintensität“ der Tiefe. Analyse des geologischen Globus nach Achsen mit Zähligkeit. Symmetrie und globales Scherflächennetz. Homogene Volumänderung einer schaligen Kugel und Symmetrie.

In bezug auf die folgenden Punkte ist ein Symmetriekorrelat nicht gedanklich notwendig, wenn nicht besondere Zusätze zu den Punkten gemacht werden:

1. Volumänderung der Erde als Ganzes ohne weitergehende Hypothese betreffend die Gestaltung der Volumänderung.

2. Die Existenz arealer Abweichungen von der Kugelgestalt, insoferne als diese Abweichungen nicht einer symmetrischen Vorzeichnung oder einem symmetrischen Felde zugeordnet werden (z. B. einem gezeitenerzeugenden).

3. Die Existenz von orogenbildenden Bewegungsbildern unter der Lithosphäre, insoferne als diese Bewegungsbilder nicht selbst aus einem kontrollierten Bewegungsbilde geringerer Tiefe erschlossen werden oder durch Abtrag direkt kontrollierbar geworden sind.

Symmetrologische Diskussion entscheidet nicht direkt zwischen den Grundgedanken der „geotektonischen Theorien" (Kontraktionstheorie, thermische Inhomogenität, Abbildung tieferer Bewegungsbilder, außerirdische Felder). Symmetrien sind den hypothetischen Grundgedanken, nach welchen sich diese Theorien benennen, nicht eindeutig und unterscheidend zuordenbar. Zusätzliche Annahmen dieser Theorien sind zwar Symmetrien zuordenbar. Aber diese Symmetrien sind keine unterscheidenden Merkmale der „geotektonischen Theorien", sondern sie kennzeichnen zwar als erdradiale Rotationssymmetrien, als bilaterale und rhombische Symmetrien, erdradiale und erdtangentiale Transporte und Amplatzformungen. Aber solche sind im Gefolge aller eben genannten „geotektonischen Theorien" möglich. Erst eine weit eingehendere weltweite Erfassung der flächigen und linearen Gefüge, der Einengungs- und Transportgefüge kann zu einem Urteil führen, welche Verteilung z. B. steilachsige Einengungen als Kontraktionszeichen zeitlich und räumlich besitzen, oder flachachsige Amplatzeinengungen als Voraussetzungen für Abwärtsbaue und Verschluckungszonen.

Ein Symmetriekorrelat ist gedanklich (uneindeutig) zuordenbar:

1. Den isostatischen Ausgleichsbewegungen. Deren erdtangentiale lassen Bereiche mit monokliner (1 SE) und mit rhombischer Symmetrie (2 SE) erwarten. Deren erdradiale lassen Bereiche mit Rotationssymmetrie erwarten. Isostatische Ausgleichsbewegungen sind die Bewegungen, welche zu einer Isostasie in Duttons Definition führen. Diese Isostasie ist (cit. nach Haug Traité I, S. 517) die Gleichgewichtsbedingung für die Gestalt, welcher ein homogener oder inhomogener Planet zufolge der Gravitation zustrebt.

2. Den Schrumpfungstheorien, welche Annäherung an einen symmetrischen Körper annehmen.

Ein Bau der Erde aus in sich homogenen, gestaltlich idealen Schalen mit der Gestalt einer Kugel, eines Ellipsoids oder anderer, einander geometrisch ähnlicher konvexer kantenloser Schalen war

wahrscheinlich nie vorhanden, schon die Sonnenflecken sprechen gegen solche Homogenität im Sonnenzustand. Nimmt man aber eine solche Homogenität gedanklich an, so ergibt sich die Aufgabe zu diskutieren, welches die Bedingungen für das Auftreten oblonger oder nichtoblonger Gestalten in den genannten Fällen sind.

Was aber die (von dieser Betrachtung zu trennende) bevorzugte Entstehung von Faltenzügen (also von definierten, oblongen Formen) auf einer Kugel anlangt, so ist eine solche Entstehung bevorzugt, wo die Kugel parallelumschichtet ist von relativ starren Systemen mit parallelen Flächen (s) geringerer Schubfestigkeit. Die erdtangentialen Verschiebungen erzeugen in solchen Systemen Falten mit erdtangentialen Achsen; Falten sind aber oblonge, symmetrische Formen, auf welche die verschiedensten, geologischen Körper abbildend folgen können. Mit jener s-Anisotropie der geologischen Körper nimmt ihre Faltbarkeit zu, nicht aber mit der größeren Teilbeweglichkeit größerer Tiefe. Innerhalb isotroper Bereiche wird in keiner Tiefe gefaltet. Bei s-anisotropen Körpern nimmt mit der Tiefe nach dem Gesetz der „Stauchfaltengröße“ die Größe der Biegefalten ab, welche unmittelbar von der Weite der Leitbarkeit gerichteten Druckes in den Lagen zwischen s abhängt, also unmittelbar von der Teilbeweglichkeit des Gefüges und damit von den diese fördernden Faktoren, welche wieder mit der Tiefe wirksamer werden. (Steigerung der Raumstetigkeit der Formung durch unmittelbare und mittelbare Teilbewegung im Korngefüge!). Bereiche ohne genügende s-Anisotropie zeigen in keiner Tiefe Biegefaltung — also was der Geologe gewöhnlich unter Faltung versteht — sondern ihre krummen Verformungen sind entweder Scherfalten von Vorzeichnungen oder eine Biegefaltung in nicht s-anisotropen Bereichen setzt ein, nachdem diese durch parallele Scherflächenscharen s-anisotrop geworden sind. Dies wird hier entgegengehalten solchen Annäherungen mit undefinierten Begriffen, wie daß die Steigerung der „Faltungsintensität“ mit der Tiefe damit zusammenhänge, daß diese größere „Leichtigkeit der Faltung“ im Grund der Geosynklinen wesentlich von der Steigerung der „Plastizität“ in der Tiefe abhänge (z. B. HAUG, Traité I, S. 525).

Die Theorien, welche Annäherung an einen Körper von kubischer Symmetrie annehmen, sind diskutabel nur dann, wenn die allgemeinsten, eindeutigen Merkmale kubischer Symmetrie aus geologischen Daten ablesbar sind. Als das für alle von den Autoren vorgeschlagenen kubischen Körper zu fordernde Merkmal wird hier also die Lesbarkeit einzeitiger, dreizähliger, polarer oder nichtpolarer Achsen betrachtet. Man erfaßt damit kritisch alle Körper der kubischen Symmetrie, ohne auf bestimmte Körper eingehen zu

müssen. Sind solche Achsen an der Erde nicht lesbar, so ist aus geometrischen Gründen von einer Rolle solcher Körper im Werdegang der Erdgestaltung nicht weiter zu reden. Man steht also vor der Aufgabe, die Lesbarkeit der dreizähligen, polaren oder nichtpolaren Achsen des kubischen Systems dadurch zu beurteilen, daß man die heute bekannten, gestaltlichen Daten einzeitiger Phasen der Erdentwicklung systematisch nach dreizähligen Achsen absucht. Dies kann geschehen, indem man an die fraglichen Stellen auf einem, jene Daten enthaltenden Globus den Schnittpunkt dreier einander unter 120^0 schneidender, untereinander fest verbundener Bögen (z. B. aus Draht) anlegt und rotiert; oder indem man eine stereographische (also winkeltreue!) Projektion jener Daten mit einer aus durchsichtigem Papier hergestellten Projektion (Oleate) bedeckt. Auf diese Oleate zeichnet man die zu prüfenden auf eine dreizählige Achse weisenden Verlaufe durch. Man kann dann die Oleate auf ein stereographisches Netz mit Meridianen und Breitenkreisen (wie WULFsches Netz der Kristallographen) auflegen und prüfen, ob die Verlaufe 1. auf Großkreisbögen liegen und 2., obs ich diese unter 120^0 schneiden.

Nach dieser Analyse ist in zweiter Annäherung an eine genügend kritische Betrachtung zu beachten, daß die zur Bestimmung der Genese einer Symmetrie verwendeten Daten (im früher erörterten Sinn) einzeitig oder als Abbildungen einzeitiger Daten deutbar sein müssen. In seiner schönen Übersicht über die Theorien der Orogenese (Traité I, S. 523) hat E. HAUG gegen MICHEL-LEVYS Tetraedertheorie schon eingewendet, daß sich dieser Autor sehr verschiedenaltriger und verschiedenartiger Daten (Brüche und Falten) zugleich bedient. Dies ist unzulässig, wenn man nicht ausdrücklich die Zeitspanne diskutiert, welche das Zustandekommen dieser Symmetrie beansprucht haben soll. Dagegen ist der von de LAPPARENT gegen MARCEL BERTRAND eingewendete antipodale Charakter der Erdoberfläche (s. HAUG l. c.) kein Einwand gegen die Existenz dreizähliger Achsen, welche ja, wie gerade das Tetraeder zeigt, ungleichendig sein können.

25. Homogene Volumänderung einer Kugel und Symmetrie.

Vorgänge mit und ohne Symmetriezentrum. Strömungen und Symmetrie.

Homogene Volumänderung einer Kugel mit lokaler, zentripetaler Bewegung einer weniger teilbeweglichen, homogenen Außenschale läßt auf dieser Besetzungen erwarten, welche symmetrisch um Kugelradien liegen. Diesem Vorgang sind hemisphärische Besetzungen ebensowenig zuzuordnen wie der Verlauf der Kontinentalränder und ihrer Begleiter (Geosynklinen, Orogene usw.).

Geht man aber von den Inhomogenitäten der Kugel aus, so setzt man etwas erst Abzuleitendes voraus, nämlich eben bei der Volumverringerung schon vorhandene, lokalisierbare Inhomogenitäten der Kugel. Diese Inhomogenitäten und nicht eine Kontraktion ohne Inhomogenitäten bestimmen dann die Lokalisierung der Besetzungen überhaupt und würden auch eine hemisphärische Besetzung unmittelbar bestimmen. Die hemisphärische Inhomogenität und nicht die Erdkontraktion wäre der entscheidende Diktator der hemisphärischen Besetzung.

Aus der homogenen Volumverringerung eines Sphäroids ist eine hemisphärische Besetzung auch deshalb nicht ableitbar, weil auch dieser Vorgang ein Symmetriezentrum hat.

Man gelangt zu folgenden Sätzen:

1. Aus keinem Vorgang mit dem Erdmittelpunkt als Symmetriezentrum ist eine hemisphärische, monopolare Besetzung durch geologische Areale ableitbar.

2. Aus einem Vorgang ohne den Erdmittelpunkt als Symmetriezentrum können hemisphärische Besetzungen ableitbar sein.

3. Jede hemisphärische Besetzung schließt alle Vorgänge mit dem Erdmittelpunkt als Symmetriezentrum als Erzeuger der Besetzung aus.

4. Nur ein („azentrosymmetrischer") Vorgang ohne den Mittelpunkt der Erde als Symmetriezentrum kann eine hemisphärische Besetzung der Erdoberfläche erzeugen.

Als azentrosymmetrische Vorgänge kommen für die Ableitung der monopolaren („hemisphärischen") Besetzungen der Erdoberfläche gedanklich in Betracht:

A. Exogene Bedingungen wie bei Begegnung von Weltkörpern mit oder ohne stoffliche Berührung der Erde.

B. Endogene Bedingungen wie Inhomogenität des Erdinneren seit je (stellar) gegebene oder im nachstellaren Ablauf entstandene. Unter letzteren sind Convections-Ströme und -Zellen am meisten diskutiert.

Auf tangentiale Convections-Ströme weisen bilaterale Symmetrien der von ihnen (direkt oder indirekt) erzeugten Besetzungen der Kugel. Auf erdradiale Convections-Ströme weisen erdradiale Symmetrien (z. B. Kleinkreise) der von ihnen erzeugten Besetzungen.

Solche Zusammenhänge sind hypothetisch. Denn diese Symmetrien sind an sich beide auch exogenen Vorgängen zuordenbar. Ferner ist die Annahme endogener Inhomogenitäten zwar möglich, im Hinblick auf inhomogene Sterne wie die Sonne (deren Oberflächenerscheinungen). Aber die Annahme solcher Inhomogenitäten an bestimmten Stellen der Erde ist willkürlich und nicht unab-

hängig von den Besetzungen bewiesen, zu deren Erklärungen sie eben willkürlich angenommen werden; das scheint auch bezüglich der Convections-Ströme zu gelten.

Im übrigen scheint mir die Annahme von Unterströmungen weniger fragwürdig als die Annahme, daß sich mit weltweitem Zusammenhang Scherflächensysteme in der Erdhaut gebildet hätten, welche man als LÜDERsche Linien im homogenen Versuchskörper erzeugt.

Als nichtzentrosymmetrische Erzeuger kommen exzentrische Inhomogenitäten auch als Unterströmungen in Betracht. Aber für eine hemisphärische Besetzung nur bei hemisphärischer Häufung und fast hemisphärischer Größe solcher Unterströmungsgebiete. Letztere beiden Sachlagen bleiben alsdann nach wie vor selbst das Erklärungsbedürftige.

26. Symmetrie und globales Scherflächennetz (Vening Meinesz) bei Relativverschiebung zwischen Mantel und Kern eines abgeflachten Erd-Sphäroids.

Summierter Zug in geologischen Körpern fraglich. LÜDERS-Linien globaler Ausmaße aus Gefügen nicht nachgewiesen.

Dieses Scherflächensystem soll die bei der gedachten Relativverschiebung zu weit und zu eng gewordenen Areale des nicht mehr passenden Mantels durch Druck und Zug (!?) lokal wieder dem Kern anpassen.

Hiebei wäre zunächst vor allem die Annahme von ausreichender Zugfestigkeit größerer geologischer Körper zu diskutieren mit Beachtung von deren Klüftigkeit in höheren Niveaus und von deren Teilbeweglichkeit in tieferen.

Wenn ferner annahmegemäß sich die Rotationsachse gegenüber dem Äquatorialstreifen des Sphäroids (und gegenüber der polaren Abflachung) verlagert, wodurch eben (der Annahme gemäß) zu weite und zu enge Mantelstellen entstehen sollen, so besitzt die damit entstehende Situation ein Symmetriezentrum im Sphäroidmittelpunkt. Das bedeutet, daß auf beiden Hemisphären des Sphäroids nur Vorgänge auftreten, aus welchen ohne entscheidende zusätzliche Annahmen (Inhomogenität!) keine verschieden starke Besetzung der Hemisphären abgeleitet werden kann. Dasselbe gilt bezüglich einer zentrosymmetrischen Änderung der Erdabflachung. Weshalb diese Erklärungsmöglichkeit der monopolaren Erdkugelbesetzung (hemisphärischen Besetzung) hier ausgeschlossen wird. Damit ist der sonstige Erklärungswert VENING MEINESZischer globaler Scherflächennetze hier noch nicht berührt.

Aber es ist vom Standpunkt der Gefügekunde aus folgendes zu bemerken. Menard (Deformation of Northeastern Pacific Basin Bull. Geol. Soc. vol. 66, 1955, S. 1174) weist darauf hin, daß eine so weiträumige Deformation wie die Bruchzonen des nordöstl. Pacific (ungefähr über ein so weites Areal wie Nordamerika sich erstreckend) entweder eine lokale oder eine planetare Ursache haben kann; in welch letzterem Fall sie eine weltweite, globale Deformation wäre. Rein beschreibend wäre das Gebiet jener Brüche als ein Areal mit Arealbesetzung evtl. -symmetrie zu bezeichnen. Eine Zuweisung jener Bruchzonen an die hypothetischen Scherflächen von Vening Meinesz (vgl. Abb. 1c, S. 1175), welche für sich eine hypothetische globale Konstruktion darstellen, liegt außerhalb der hier geführten Betrachtung nicht nur wegen der kritischen Kommentare Menards (1c) für den Fall jener Bruchzonen, sondern es bleibt hier außer Betracht alle Deutung solcher Zonen als Lüders-Linien nach Mohrs Gesetz, solange keine gefügekundliche Bezugnahme auf derartige (in geologischen Körpern noch beobachtbare) Scherflächen vorliegt. Es ergibt sich, daß vom Standpunkt der Gefügekunde aus, welche sich programmatisch auf Gegebenheiten mit kontrollierbaren Merkmalen begrenzt, derzeit noch nichts zur Annahme globaler Scherflächennetze zu sagen ist.

27. Heutige subaerische und subozeanische Großformen.

Plus- und Minusstreifen und -zentren. Subaerische und submarine Häufigkeit.

Man kann davon ausgehen, daß die Gestalt der durch die heute gemessenen Höhenunterschiede gegebenen Zeichnungen auch eine andere sein könnte; etwa indem man diese Zeichnungen mit den gleichfarbigen Arealen auf einer Seifenblase rein beschreibend vergleicht.

Man kann sodann konfrontieren die durch Höhenunterschiede auf den Kontinenten gegebenen subaerischen Zeichnungen und die durch Höhenunterschiede im Meere gegebenen subozeanischen Zeichnungen. Für diese Konfrontation entfallen die unmittelbaren Umrandungen der Festländer, wo subaerische und subozeanische Zeichnung zusammfällt.

Besonders beachtet werden hiebei angenähert isometrischer und angenähert heterometrischer Charakter der Zeichnungen. Unter den isometrischen (oder zentrischen) Zeichnungen sollen die konvexen Formen als Plusringe und Pluszentren, die konkaven Formen als Minusringe und Minuszentren unterschieden werden; unter den heterometrischen Formen Plusstreifen und Minusstreifen.

Für eine weitergehende Konfrontation der subaerischen und der subozeanischen Großformen, als mir angesichts des mir zugänglichen Materials möglich ist, würde die Grundlage bilden eine Darstellung beider Großformen auf demselben Globus in Höhenschichtlinien von gleicher Distanz. Eine dieser Isohypsen wäre die Land-Wasser-Grenze. Eine solche Darstellung würde bei geeigneter Isohypsendistanz eine über die hier in erster Annäherung entworfene Konfrontation der subaerischen und subozeanischen Großformen hinausgehende, objektive Einsicht ergeben und damit morphologische Grundlagen für manche dynamischen Betrachtungen. Angesichts des derzeit raschen Fortschrittes auch in der morphologischen Kenntnis der Meeresböden, kann man sich mit dem Aufschub jener für Festland und Meeresboden gemeinsamen Darstellung abfinden.

Man kann die mittelatlantische Schwelle als großen, subozeanischen Plusstreifen zusammensehen. Aber man kann noch weiter gehen: Westafrika und Europa ist von dem Minusring und von dem Plusring des nordatlantischen Rückens bis zum Äquator umringt. Ebenso aber sieht man in Fortsetzung dieses Ringes Südafrika umringt von: südatlantische Schwelle — atlantisch-indischer Rücken — Eduards und Croset Inseln — Maskarenen — Lakkadiven. Auch diese Umringung Südafrikas in angenähert gleichbleibendem Abstand vom Kontinent, wenn auch nicht so vollkommen zusammenhängend wie die südatlantische Schwelle, kann wie der gesamte mittelatlantische Rücken als unzufällig betrachtet werden. Die gestaltliche Auflösung dieses Rückens in Ringe, in deren Zentrum (sozusagen anstelle der Inselzentren so vieler subozeanischer Ringe) Kontinente liegen, hat zur Folge, daß man bei der genetischen Betrachtung des mittelatlantischen Rückens nicht mehr nur an eine singuläre Gestaltung mit der singulären Hypothese der korrespondierenden Konturen zerrissener, auseinander wandernder Kontinente denkt, sondern auch an einen Fall gleicher Entstehung wie die zahlreichen subozeanischen Ringe mit Pluszentrum, welche typisierbare Gestalten sind. Bei dieser Sicht stehen subozeanische Ringe mit Pluszentrum, mit insularem und mit kontinentalem Zentrum in einer und derselben Kategorie nebeneinander. Dies entspricht der Tatsache, daß die drei genannten Gruppen durch alle Übergänge in der vertikalen und horizontalen Erstreckung durch Größenordnung, Heterometrie, Symmetrietypen und in den Konturen miteinander (siehe bes. Westrand des Pazifik; Ostrand Mittel- und Nordamerikas; Westrand Europas) unabtrennbar verwandt sind. Man kann meines Erachtens für derartig verwandte Gestaltungen nach einer gemeinsamen, gene-

tischen Ableitung suchen. Erst nach dieser Ableitung ist die von dieser Ableitung zunächst nicht erklärte Korrespondenz der amerikanischen Ostküste zu betrachten. Diese Korrespondenz kann als singulärer Fall eher als zufällig betrachtet werden als der so verbreitete Ringbau unter den Symmetrietypen der Erde.

Man muß dabei allerdings bedenken, daß Kleinbögen auf einer Kugel K durch eine größere Mannigfaltigkeit voneinander verschiedener Bedingungsgruppen erzeugbar sind als Großkreisbögen, (wie früher erörtert), während für die Erzeugung von Großkreisbögen nur zentrische Ebenen und wenige Sonderfälle unter den eben genannten in Frage kommen. Diese geometrische Gegebenheit kann sich genetisch auswirken in allen Vorgängen mit Ausbreitung von Impulsen auf oder in der Kugel.

Eine erste angenäherte Übersicht ergibt:

1. Alle subaerischen zu allen subozeanischen unterschiedenen Formtypen auf gleicher Fläche = 61 : 23. Es sind also subaerisch kontinental etwa 3mal so viele der unterschiedenen Plus- und Minusformtypen heute lesbar wie subozeanische auf gleicher Fläche.

2. Die Reihenfolge nach abnehmender Anzahl ist:

subaerisch: Plusstreifen, Minuszentren, Plusringe, volle Pluszentren, Minusstreifen, Minusringe keine;

subozeanisch: Plusstreifen, Minusstreifen gleichviel wie Minuszentren, Plusringe gleichviel wie volle Pluszentren, Minusringe.

(Setzt man die Anzahl aller Formen in jeder der beiden Reihen 100, so ergibt sich dieselbe Reihung in Prozenten.)

Es ergibt sich also für subaerische und für subozeanische Formtypen dieselbe Häufigkeitsreihung mit Ausnahme der Minusstreifen, welche unter den subozeanischen Formen relativ häufiger vorkommen als unter den subaerischen. Dies dürfte darauf zurückgehen, daß große, subaerische Täler nicht als Minusstreifen erfaßt und nicht neben die subozeanischen Minusstreifen gestellt wurden.

3. Subaerisch und subozeanisch walten Plusstreifen vor (subozeanische Orogenesen?).

4. Subaerisch und subozeanisch sind Minusringe am seltensten.

5. Der Vergleich der Formtypenanzahl innerhalb der einzelnen Kontinente und Ozeane läßt noch einige Züge erkennen.

In Afrika walten die Pluszentren unter den Formen Afrikas und gegenüber den anderen Kontinenten vor. Minusringe treten in allen Kontinenten zurück.

In Eurasien und Amerika walten die Plusstreifen intern und im Vergleich mit den anderen Kontinenten vor.

Subozeanisch treten die Plusstreifen im Atlantik hervor.

Eine genetische Deutung wird hier nicht versucht.

Weiter ergibt der Vergleich subaerischer und subozeanischer Zeichnungen folgendes:

In der Osthälfte des Pazifik finden wir vorwaltend isometrische, subozeanische Zeichnungen, geschnitten von der südamerikanischen und mittelamerikanischen Westküste. Dagegen zeigen die subozeanischen Zeichnungen in der Westhälfte des Pazifik nicht nur eine vom zerfransten Festland unabtrennbare, subozeanische Zeichnung, subaerische und subozeanische Zeichnungen eng ineinander greifend, ein völlig anderes Bild als die Osthälfte bietend. In diesem großen Raume vom Beringsmeer bis Neuseeland sind auch in den küstenfernen Arealen heterometrische und isometrische Zeichnungen vollkommen wie auf Kontinenten vertreten. Die damit gegebene Ungleichheit von Ost- und Westpazifik (die meridionale Asymmetrie des Pazifik) scheint mir jede Hypothese einer einheitlichen Anlage des Gesamtpazifik auszuschließen. Dieselbe gleichsinnige Asymmetrie ist im Indischen Ozean wahrnehmbar. Nicht aber im Atlantik, wo heterometrisch streifige, subozeanische Zeichnungen vorwalten und im Osten und Westen seines nördlichen Areales dieselbe Beziehung zwischen subozeanischer und subaerischer Zeichnung besteht wie im westlichen und nördlichen Pazifik. Die meridionale Asymmetrie der subozeanischen Zeichnung (im erörterten Sinne) besteht für Pazifik und Indischen Ozean; sie besteht nicht für den Atlantik.

Zusammengefaßt ergibt sich:

Festländer und Meeresböden zeigen, was die Existenz von Streifen und zentrischen Formen anlangt, denselben Typus der Vertikalbaue.

Der Vertikalbau der Meeresböden zeigt aber im Ganzen flacheres Gefälle als der Vertikalbau der Festländer.

Es ist also möglich, einen Ausgangszustand anzunehmen, welcher für die heute kontinentalen Areale und für die heute submarinen, dem Abtrag weit mehr entzogenen Areale derselbe war.

Das fließende Wasser auf den Kontinenten schuf deren schroffere Gefälle, das bedeckende Wasser der Ozeane erhielt den Ausgangsbau in höherem Grade bzw. der Gegensatz zwischen Erosion durch Meerwasser und durch Kontinentalwasser entscheidet die größere und geringere Abweichung von einer Ausgangsform des Gesamtglobus.

Bei deren Erörterung sind die Umrisse der Kontinente zu separieren als abhängig von der Menge verfügbaren Wassers. Und sie bedürfen einer anderen Erklärung als die heute kontinentalen und subozeanischen Plus- und Minusformen, welche auf der Land-Wasser-Grenze übergeordnete Gestaltungen weisen.

28. Häufigkeit von angenäherten Großkreis- und angenäherten Kleinkreisverlaufen geosynklinaler Streifen.

Verhältnis der Anzahlen gerader und krummer geosynklinaler Streifen. Festlandgrenzen und Geosynklinalen. Häufigkeit neu auftretender Geosynklinen im Zeitablauf.

Anschließend an die paläogeographischen Karten im Traité de Geologie von H. und G. Termier und an eine Beachtung des Verlaufes dieser Konturen auf einem Globus wird zunächst eine nur im Maße der Sicherheit der Grundlagen angenäherte Übersicht über die anzahlmäßige Vertretung von geraden und kurvigen Zeichnungen auf der Erdoberfläche versucht, welche durch geosynkline Streifen („Geosynklinen und sinkende Meeresböden" l. c.) gegeben sind. Diese Zeichnungen werden getrennt, je nachdem sie angenähert (als gerade) Großkreisbögen oder (als krumme) Kleinkreisbögen der Erdkugel folgen. Außer Betracht bleibt hier, ob solche Kreise eine Beziehung zu heutigen Meridianen und Breitenkreisen haben. Aber es kann beachtet werden, daß die Fälle, in welchen die Großkreise mit heutigen Meridianen (und Äquator) und die Kleinkreise mit Breitekreisen zusammenfallen, anzahlmäßig sehr zurücktreten.

Außer Betracht bleibt zunächst auch eine Sortierung der Streifen nach ihrer (mit Meßrädchen auf Globus meßbaren) Länge; so daß nur die Einzelfälle deutlich gerader (Großkreis-) Verlauf und deutlich krummer (angenäherter Kleinkreis-) Verlauf abgezählt sind.

Wenn man unter 258 Fällen 22 ausscheidet, weil sie entweder unsicher begrenzt sind oder weder ausgesprochen gerade noch gekrümmt verlaufen, so verhält sich die Gesamtzahl aller angenäherten „Großkreis"-Bögen zur Gesamtzahl aller angenäherten „Kleinkreis"-Bögen wie 1:3,6 (51:185). Hiebei wurden von den ersteren 12 (19%), von den letzteren 11 (5,5%) der Fälle ausgeschieden. Ohne Ausscheidung der unsicheren Fälle erhält man 1:3,1 (63:196) als Verhältnis der Anzahlen Großkreisbögen zu Kleinkreisbögen.

Zählt man also für jedes l. c. kartierte Zeitalter gesondert ab und summiert alle so erhaltenen Fälle, so ergeben sich wenigstens 3mal so viele angenäherte Kleinkreisbögen (und Kleinkreise) wie Großkreisbögen unter den geosynklinalen Streifen. Hiebei ist also die längere Persistenz eines Falles derart zu Worte gebracht, daß ein Fall mit einer dieser Persistenz entsprechenden größeren Häufigkeitsziffer gezählt ist als z. B. 3mal, wenn er in dreien von jenen Zeitabschnitten persistiert und l. c. kartiert ist.

Wenn man die Fälle, in welchen sich die Streifen verschiedener Zeitabschnitte überlagern, jeweils nur als einen Fall zählt, so kommt hiebei nicht die zeitliche Persistenz oder wiederholende Neuanlage eines Streifens zu Worte, sondern nur die erste Anlage. Man erhält dann als Verhältnis der Großkreisbögen zu den Kleinkreisbögen 1:2,6 (20:52). Man kann unter diesen Fällen solche unterscheiden, welche in einem oder mehreren zusammenhängenden Zeitaltern (der Karten l. c.) auftreten („nicht wiederholte" Fälle) und solche, welche in voneinander getrennten Zeitaltern noch einmal auftreten („wiederholte" Fälle). Man erhält dann unter den 20 als Neuanlagen gerader Zeichnung unterschiedenen Fällen 6 (= 44%) wiederholte, 14 (= 56%) nicht wiederholte Fälle, für die krummen Zeichnungen erhält man 19 (= 43%) wiederholte, 33 (= 57%) nicht wiederholte Fälle.

Das weist zahlenmäßig darauf hin:

a) daß sich die geraden und die krummen Anlagen von geosynklinalen Zeichnungen seit dem Unterkambrium nicht deutlich unterscheiden, was die Unterbrechung einer Anlage durch ein oder mehrere Zeitalter anlangt,

b) daß die von keinem Zeitalter unterbrochenen und die von einem oder mehreren Zeitaltern unterbrochenen Anlagen sowohl bei den geraden als bei den krummen Zeichnungen etwa je gleich stark vertreten sind, die „ununterbrochenen" in beiden Fällen vielleicht etwas stärker.

Es gibt also von hier aus gesehen keinen Anhaltspunkt dafür, für gerade und krumme Anlagen irgendeine erste Entstehung anzunehmen, welche eine Verschiedenheit im Sinne von a) und b) erwarten ließe.

Schon die geosynklinalen Erstanlagen sind unmittelbar bereits bestehenden Kontinentalkonturen zugeordnet und durch diese lokalisiert, nicht aber die Kontinentalkonturen durch geosynklinenschaffende Vorgänge. Die Kontinente als Flächen und Konturen sind also in ihrer primären Entstehung eigens abzuleiten und die geosynklinalen Verlaufe sind bei dieser Ableitung als sekundär zu separieren. Man findet sie aber verwendet für die beschreibende Wahrnehmung der Kontinente in den verschiedenen Zeitaltern. Das Problem Scheidung von Land und Meer in seiner physikalischen Bedingtheit und die Aufgabe, die Unzufälligkeit der Kontinentalkonturen zu erweisen, ist ungelöst und vielleicht nicht lösbar ohne neue Begriffsbildungen.

Zusammenfassend ergibt die Betrachtung der Festlandgrenzen (F) mit Hilfe der Geosynklinalen über alle Zeitalter:

1. Die krummlinigen F sind mehr als doppelt so häufig wie die geradlinigen. Die Krummlinigkeit selbst ist also vor allem er-

klärungsbedürftig. Das Verhältnis der seit dem Kambrium neu angelegten krummen und geraden Geosynklinen ist 52 krumme zu 20 geraden, also 2,6:1.

2. Die obigen Sätze (a) und (b).

3. Bogige und gerade Festlandgrenzen können einander ablösen; dies ist aber vielleicht auf heute noch unsichere Umgrenzungen zurückzuführen.

4. (Plusring-umgrenzte) Becken sind seltener als (Minusring-umgrenzte) Inseln.

5. Die Tendenz der geosynklinen Ringe zur Umschließung von Inseln nimmt zu.

6. Die geosynklinale Umsäumung der Festländer nimmt zu.

7. Die Zerfransung der Land-Wasser-Grenzen (Inseln, Halbinseln) durch Gebirgsbildung, Bioherme, Vulkane nimmt zu.

8. Die Kontinente werden den heutigen allmählich ähnlicher und sind manchmal umgeben von bogigen Geosynklinen und Festlandfransen.

9. Intrakontinentale Geosynklinen (beiderseitig von Festland begrenzt) sind seltener als extrakontinentale (zwischen Festland und offenem Meer). Die Wahrnehmung letzterer ist allerdings unsicherer.

10. Das Verhältnis der Anzahl gerader zur Anzahl bogiger Geosynklinen ändert sich seit dem Oberordovicium zunehmend zugunsten der krummen Geosynklinalen mit einem Rückschlag im Eopermien und mit maximalem Vorwalten der krummen im Unter-Gothlandium, Mitteldevon, Mittel-Jura, Paläocän, Oligocän; in welchen Zeitaltern gerade Geosynklinen fehlen. Die Anzahlen letzterer nehmen mit kleineren Rückschlägen seit dem Unterkambrium ab und sie fehlen ohne Rückschlag vom Paleocän bis heute, was mit der bekannten Annäherung der Kontinentumrisse an die heutigen, also mit deren zunehmender Gliedrigkeit harmoniert.

11. Eine areale Geosynklinen-Symmetrie ist zu unterscheiden: a) hinsichtlich der Umgrenzung auf der Karte, b) hinsichtlich der dreidimensionalen Außengestalt und c) hinsichtlich des Innenbaues.

(a) ist für geradlinige angenähert rhombisch mit 2 SE; für Bögen angenähert monoklin mit 1 SE; für Bassins bis wirtelig. (b) ist für geradlinigen Verlauf in manchen Beispielen rhombisch mit 2 SE (indonesischer Typ bei TERMIER I, S. 43), meist aber monoklin mit 1 SE (Kordilleren-Typ bei TERMIER I, S. 42), für Bassins bis wirtelig. Für (c) gilt dasselbe, womit die monoklinen und rhombischen Symmetrien des Innenbaues u. a. den Symmetrien der „Dünengefüge“ entsprechen (siehe Einführung in die Gefügekunde geol. Körper I, Sachverzeichnis).

12. Häufigkeit neu auftretender Geosynklinen. Die Anzahl der zwischen Kambrium bis heute erstmalig erscheinenden Erstanlagen von Geosynklinen wurden auf einer Ordinate verzeichnet und den 34 im Traité von Termier eigens kartierten Zeitaltern auf der Abzisse in gleichen Abständen zugeordnet. Dies wurde für gerade Geosynklinalen und für krumme getrennt durchgeführt. Hiedurch wurden ohne Rücksicht auf zeitliche Persistenz 20 Neuanlagen angenähert gerader Geosynklinen mit 52 Neuanlagen krummer Geosynklinen konfrontiert. Hiebei bleibt für den vorliegenden Vergleich die verschiedene Dauer der Abschnitte auf der Abzisse ohne Einfluß, weil für beide Arten der Geosynklinen gleiche Zeitabschnitte gelten. Die beiden Kurven decken ihre Maxima deutlich im Kambrium, zwischen Oberkambrium und Oberordovicium, zwischen Oberordovicium und Oberdevon, im Abstieg zwischen Oberdevon und Namuro-Moscovien, im Maximum zwischen Namuro-Moscovien und Untertrias, zwischen Untertrias und Callovien-Oxfordien, im Abstieg zwischen Callovien-Oxfordien und Barremien-Aptien, im Maximum zwischen Barremien-Aptien und Santonien-Campanien, im Abstieg von Santonien-Campanien bis Pleistocän.

In allen unterschiedenen Zeiten nimmt die Anzahl der neugebildeten Geosynklinen zugleich für krumme und gerade zu und ab.

Dies scheint mir auf gleiche Diktatoren für beide Typen hinzuweisen. Jedenfalls sind zwei verschieden unabhängig voneinander im zeitlichen Ablauf variierte Diktatoren nicht lesbar. Dies kann allerdings auch darauf zurückgehen, daß der heutige Stand der von mir verwerteten paläographischen Grundlagen den geraden oder krummen Verlauf der Geosynklinen nicht genügend betont wiedergibt.

13. Von den geraden Erstanlagen sind 40% wiederholt in verschiedenen voneinander getrennten Zeitaltern, von den krummen Erstanlagen 60%. Krumme Geosynklinen sind also nicht nur häufiger als gerade, sondern scheinen auch leichter erneubar zu sein nach Zeiten (ohne Geosynklinalgenese am selben Orte), was hier nicht weiter gedeutet wird.

Die hier gegebenen Umrisse wollen als ein angenäherter erster (auf den paläogeographischen Karten des Traité von Termier) fußender Versuch zur Sichtung von Daten betrachtet werden, bei deren Erfassung eine gewisse Subjektivität nicht ausgeschaltet ist, so z. B. in der Trennung gerader und krummer Geosynklinen, in der Wertung unsicherer Begrenzungen, im Ausschluß von kleinen und unausgesprochenen Formen aus der Betrachtung.

29. Zur Untersuchung der Lesbarkeit von Symmetrien bei Übertragung der Daten auf einen Globus.

Arbeitsgang und Beispiele.

Hiebei wird der Globus, d. h. dessen Oberfläche nach lesbaren Symmetrieachsen mit dem üblichen Verfahren auf einer stereographischen Projektion nach Winkelgrößen und Kreisen abgetastet. Die Bedingung für die Lesbarkeit einer n-zähligen Symmetrieachse D^n mit Geltung für einen Teil des Globus oder für den ganzen sind:

1. Die relativ gleichwertigen, verwendeten Daten, z. B. kambrische geosynklinale Areale liegen auf einem zu D^n senkrechten Kleinkreis oder Großkreis.

2. Sie haben angenähert gleiche Abstände $360^0/n$ voneinander, welche man auf dem genannten Kreis mit dessen Gradteilung in 360^0 oder auch mit der Gradteilung des Kugelgroßkreises messen kann.

3. Sie haben gleiche Abstände von $D\infty$ als Kreiszentrum.

Da es sich um Areale verschiedener und oft noch schwankender Umgrenzung handelt und um die erste Abtastung lesbarer Symmetrie (eines Gebildes, welches ja kein Kristall ist), so werden auch hinsichtlich der Erfüllung der Bedingungen 1—3 Schwankungen hingenommen. Man hat den Punkt $D\infty$ so zu verschieben, daß ein Optimum der Erfüllung der obigen Bedingungen erreicht wird. Das Optimum für die Lesbarkeit von D^n entsteht, wenn man das Zentrum so wählt, daß die Abweichungen von 1,2 und 3 auf alle drei Bedingungen möglichst gleichmäßig verteilt sind.

Festzuhalten ist, daß man im vorliegenden Falle nicht die Symmetrie des Innenbaues eines Körpers mit abliest (wie z. B. bei Kristallen und Lebewesen), sondern die Symmetrie von Zeichnungen auf einer Kugeloberfläche. Man hat den Bereich der Kugeloberfläche anzugeben, für welchen die Aussage gilt; also z. B. den Bereich der durch den in 1 (s. o.) bestimmten Kleinkreis gegeben ist. Die zweite Frage ist dann, was für die Symmetrie der gesamten Kugeloberfläche durch die Anordnung der Arealsymmetrien auf der Kugeloberfläche ausgesagt wird. Wenn z. B. die gleichwertigen, geologischen Daten G nicht auf einem Großkreis der Kugel liegen, so müssen entweder zwei Kleinkreise mit G symmetrisch zum Großkreis $\perp D^n$ liegen oder das betreffende D^n ist hinsichtlich der Gesamtkugel ungleichendig. Oder dem bekannten „antipodalen" Zug in der Anordnung von Daten auf der Kugeloberfläche (z. B. derzeitige Landverteilung) entspricht das Fehlen eines Symmetriezentrums für die Gesamtoberfläche. Die globale Symmetrie ist ein

Datum, von welchem die Arealsymmetrie begrifflich (s. o.) getrennt wurde, damit man die Zusammenhänge beider Symmetrien diskutieren kann. Aus der Analyse ist der Hinblick auf kristallographische Symmetrie auszuschalten, so z. B. besteht eine theoretisch begrenzte Zähligkeit der Vertikalachsen nicht für symmetrische Areale, wohl aber besteht theoretisch für die Symmetrie der Gesamtkugeloberfläche das bekannte Prinzip (SCHÖNFLIESS), daß Achsen einer Gruppe einander nicht widersprechen dürfen.

Bei einer solchen Absuchung nach Spuren einzeitiger Symmetrien ergibt sich z. B. im Kambrium:

Geosynklinale Gebiete sind auf der Südhalbkugel

a) im Abstand von um 30⁰ vom Äquator sehr undeutlich trigyral um die Antarktis als Zentrum angeordnet: Ostaustralien — ∼ 120⁰ auf dem Breitenkreis 30⁰ — Südafrika — ∾ 90⁰ — Südamerika — ∾ 150⁰ — Ostaustralien gemessen auf dem Breitenkreis 30⁰ südl. Breite.

b) Eine zweite undeutliche trigyrale Anordnung liegt um einen Mittelpunkt im Indischen Ozean (auf Gondwana).

Jeder dieser kambrischen Bereiche liegt von dem tastend gewählten Mittelpunkt M_1 um ∾ 50⁰ entfernt, gemessen in Großkreisgraden. Hiebei ist der M_1 so gewählt, daß sich diese Distanz (von 50⁰) für die 3 Bereiche ergibt. Diesfalls ergeben sich für die auf einem Kleinkreis um M_1 als Zentrum fallenden, kambrischen Bereiche sehr ungleiche Winkeldistanzen, gemessen auf dem Kleinkreis mit seinen 360 Kleinkreisgraden. Legt man M_1 aber so, daß man die Abstände der Bereiche von M_1 voneinander abweichen läßt bis die Bereiche auf dem nunmehr zum neuen M_1 gehörigen Kleinkreis angenähert gleiche Entfernungen voneinander zeigen, so kommt M_1 auf einen anderen Punkt zu liegen.

Eine solche Abtastung der Erde nach, wie sich zeigt, auftretenden und wieder verschwindenden Symmetrien geologischer Daten ist in Aussicht genommen, soferne sie nicht von zuständiger paläogeographischer Forschung vorgenommen wird. Dies wäre umso leichter möglich, als der hier umschriebene Arbeitsgang in kurzer Zeit erlernbar ist.